Лакокрасочные материалы и их применение

5

1974

28 ОКТ 1974

ИЗДАТЕЛЬСТВО • ХИМИЯ •

Дата	Просмотрел Ф. И. О. Цех № телеф.	Рекомендовано	д л я:		
		Кому /Ф.И.О./ цех	Внедрения	Ознакомления	Необ в по ра

Лакокрасочные материалы и их применение

5
1974

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
Журнал издается с 1960 года

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Решения XXIV съезда КПСС — в жизнь!

«...всемерно улучшать качество продукции во всех отраслях народного хозяйства...»

(ИЗ ДИРЕКТИВ XXIV СЪЕЗДА КПСС ПО ПЯТИЛЕТНЕМУ ПЛАНУ РАЗВИТИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР НА 1971—1975 годы).

УДК 65.018:667.63

Итоги отраслевой аттестации лакокрасочной продукции 1972—1973 гг.

Б. Б. КУДРЯВЦЕВ, М. И. КАРЯКИНА

(В/О «Союзкраска», ГИПИ ЛКП)

Аттестация продукции является одним из постоянно действующих факторов в борьбе за повышение ее качества.

Определение технического уровня качества лакокрасочной продукции проводилось ГИПИ ЛКП в соответствии с комплексным планом В/О «Союзкраска» и утвержденной в 1972 году инструкцией о порядке подготовки и проведения аттестации качества промышленной продукции, выпускаемой предприятиями МХП.

Работа состояла из следующих основных этапов:

1. Разработка методики оценки уровня качества продукции, определяющей базовые показатели для всего ассортимента смол, лаков, грунтовок, шпатлевок, красок и эмалей.

2. Экспериментальная работа по установлению норм для базовых показателей по отдельным свойствам материала, характеризующим качество продукции для различных областей применения. Нормы устанавливались по данным испытаний образцов лучших зарубежных фирм, являющихся аналогами соответствующего вида продукции.

В качестве аналогов приняты материалы:

— Для окраски автомобилей — покрывные эмали фирмы Herberts (ФРГ) и материалы для шасси фирмы Sikkens (Голландия);

— сельскохозяйственной техники — эмали фирм Pinchin Johnson (Англия) и Mont Edison (Италия);

— городского транспорта — эмали фирмы Reichold Chemie (Австрия);

© «Лакокрасочные материалы и их применение», 1974.

— бытовых приборов — эмали Pinchin Johnson;
— стальных конструкций — Дай Ниппон Торио (Япония);
— оконных блоков и дверей — Reichold Chemie;
— мебели — лаки фирмы Stollak (Австрия) и др.

Фактические показатели свойств выбранных зарубежных материалов были использованы при аттестации отечественной лакокрасочной продукции и служили аналогами для расчета относительных показателей качества.

3. Испытание образцов продукции различных видов (марок), вырабатываемых отечественными предприятиями. При этом устанавливалось соответствие:

а) нормативной технической документации (требованиям ГОСТ или ТУ);
б) техническим требованиям потребителей;
в) качеству зарубежных аналогов.

4. Аттестация по трем категориям качества лакокрасочной продукции, вырабатываемой отраслью, а также предприятиями и организациями других ведомств.

Непременным условием проведения аттестации по трем категориям качества являлось изучение и анализ фактических данных по качеству продукции за период не менее 3 мес (одного квартала). Эти данные представлялись заводами-изготовителями.

В 1972—73 гг. была аттестована вся продукция, вырабатываемая в системе В/О «Союзкраска». Кроме того, аттестована лакокрасочная продукция предприятий местной промышленности, Министерства машиностроения, а также других Объединений МХП СССР («Союзбытхим», «Союзхлор», «Союзхимпласт») и др. организаций. Всего аттестовано по заводам отрасли 1000 наименований, а по предприятиям, не входящим в систему «Союзкраска» — 140 наименований.

По высшей категории качества с присвоением **государственного Знака качества** в настоящее время аттестовано 43 марки продукции отрасли, из лакокрасочных материалов важнейшими являются:

1. Эмали НЦ-11 четырех расцветок (производство № 2 Ярославского химического комбината).
2. Эмали НЦ-256 шести расцветок (ЯХК).
3. Эмаль ПФ-115 белого цвета (ЛПО «Лакокраска», Пермский лакокрасочный завод).
4. Эмаль МЛ-165 молотковая серебристая (Львовский ЛКЗ).
5. Эмаль ФЛ-254 для пола (производство № 1 Ярославского химического комбината).
6. Краска ВА-27А белого цвета (ЛПО «Лакокраска»).
7. Лак ФЛ-98 (производство № 2 Ярославского химического комбината).
8. Лак ПЭ-220 мебельный (Рижский ЛКЗ).
9. Лак ПЭ-232 мебельный (Рижский ЛКЗ).
10. Грунтовка ВЛ-02 фосфатирующая (Черкесский химический завод);
11. Грунтовка ВЛ-023 фосфатирующая (Черкесский химический завод);
12. Грунтовка ВА-0112 — преобразователь ржавчины (Загорский ЛКЗ).
13. Смола мочевино-формальдегидная К-411-02 (производство № 1 Ярославского химического комбината);
14. Смола эпоксидная Э-40 (производство № 1 Ярославского химического комбината);
15. Смола эпоксидная Э-41 (производство № 1 Ярославского химического комбината).

Подготовлены к государственной аттестации:

1. Эмали НЦ-11 шести расцветок (производство № 2 Ярославского химического комбината).
2. Эмаль ФА-5104 черного цвета (производство № 1 Ярославского химического комбината).
3. Эмаль МЧ-181 белого цвета (производство № 1 Ярославского химического комбината).
4. Эмаль ЭП-148 белого цвета (производство № 1 Ярославского химического комбината).
5. Эмаль ГФ-571 (производство № 2 Ярославского химического комбината).
6. Эмаль МЛ-1110 трех расцветок (производство № 2 Ярославского химического комбината).
7. Эмаль НЦ-132 белого цвета (Днепропетровский ЛКЗ).
8. Эмаль ПФ-115 черного цвета (Рижский ЛКЗ).

Не получили рекомендации на государственную аттестацию по результатам расширенных сравнительных испытаний следующие лакокрасочные материалы:

1. Эмаль ПФ-115 светло-серого цвета (ЛПО «Лакокраска»).
2. Эмаль ВА-27А белого цвета (Загорский ЛКЗ).
3. Эмаль МЧ-123 черного цвета (производство № 1 Ярославского химического комбината);
4. Эмали МЧ-145 голубая, серая, «хаки» (производство № 1 Ярославского химического комбината);
5. Эмали ХСЭ-1 и ХСЭ-23 (Челябинский ЛКЗ).

Эти материалы в настоящее время дорабатываются, часть из них вновь представлена на аттестацию и, по предварительным данным, они могут получить положительную оценку.

Анализ результатов аттестации лакокрасочной продукции заводов отрасли показывает, что практически все материалы аттестованы по первой категории качества. Основанием для этого служило полное соответствие показателей качества существующим нормам государственных стандартов и технических условий, а также требованиям основных потребителей. Необходимо отметить, что в ряде случаев аттестация хотя и производилась по действующим стандартам и техническим условиям, однако сама документация являлась устаревшей и не соответствовала современным требованиям науки и техники. Например:

— эмаль ГФ-92 ГС и ХК (ГОСТ 9151—59);
— краски масляные густотертые для наружных работ (ГОСТ 8292—57);
— цапонлаки (ГОСТ 5236—50 с изменением от 1960 г.);
— эмали марки МЛ-12 различных цветов (ГОСТ 9754—61 с изменением от 1963 г.);
— грунтовки феноло-формальдегидные ФЛ-03-К и ФЛ-03-Ж (ГОСТ 9109—59);
— лак масляно-смоляной общего потребления 4с (ГОСТ 5470—50 с изменением от 1960 г.);
— лак ВК-1 (ГОСТ 5171—49 с изменением от 1962 г.);
— краски нитроцеллюлозные грунтовочные для карандашей (ГОСТ 4558—53);

— лак БТ-99 (ГОСТ 8017—56);

— эмали МЧ-13 различных цветов (ГОСТ 8785—58 с изменением от 1964 г.);

— эмали ПФ-133 различных цветов (ГОСТ 926—63);

— грунт, эмали и лак перхлорвиниловые химически стойкие (ГОСТ 7313—55) и т. д.

Всего по устаревшим ГОСТ, ТУ и МРТУ аттестовано около 100 наименований лакокрасочной продукции. Это свидетельствует о недостаточной координации работ в области стандартизации лакокрасочной продукции и ее аттестации.

Несвоевременный пересмотр ГОСТ и ТУ отрицательно сказывается и на проведении государственной аттестации продукции, соответствующей по качественным показателям современным техническим требованиям. Так, аттестация по высшей категории качества комплекса химически устойчивых лакокрасочных материалов (лака ХСЛ и эмалей ХСЭ), намеченная по Челябинскому ЛКЗ на 1972 г., переносилась на 1973, а затем и на 1974, однако и в 1974 г., несмотря на проведенные ГИПИ ЛКП с положительными результатами расширенные испытания, эта аттестация задерживается в связи с неготовностью ГОСТ.

Следует иметь в виду, что несмотря на практически 100%-ную аттестацию продукции отрасли по первой категории качества, значительная ее часть, составляющая в общем объеме выпуска около 40%, является технически отсталой. В первую очередь это относится к олифам и масляным краскам. Дефицит полиспиртов и кислот и как следствие этого, невозможность замены масляного ассортимента алкидным в настоящее время, обусловили необходимость аттестации этой группы лакокрасочных материалов по формальным признакам — соответствие их качества показателям действующих ГОСТ и ТУ. Но даже и при таком мягком подходе к оценке качества этой группы материалов имели место случаи (в первую очередь это относится к предприятиям местной промышленности) несоответствия качества масляных красок требованиям ГОСТ по показателям степени перетира и некоторым другим.

Анализ планов ЦЗЛ ведущих заводов, плана аттестации по В/О «Союзкраска» и плана пересмотра стандартов показывает, что эти документы недостаточно увязаны между собой.

Например:

— в плане работы ЦЗЛ Рижского ЛКЗ значится подготовка эмалей АК-512 и ХВ-53 на государственную аттестацию, а в плане В/О «Союзкраска» эти материалы отсутствуют;

— по плану ЦЗЛ Львовского ЛКЗ аттестация на высшую категорию качества лака БТ-577 проводится в 1974 г. (без указания месяца), а по плану В/О «Союзкраска» этот продукт должен быть аттестован в марте 1974 г.

— по плану ЦЗЛ Лидского ЛКЗ присвоение государственного Знака качества лаку ХСЛ намечено на IV квартал 1974 г., а по плану В/О «Союзкраска» — на август 1974 г. и т. д.

Все это в значительной степени затрудняет работу института и заводов в области аттестации лакокрасочной продукции.

Важнейшим итогом аттестации является анализ ее результатов с целью выявления основных недостатков отдельных марок и путей их устранения.

Повышение качества продукции может быть осуществлено в следующих основных направлениях:

1. Внедрение на заводах отрасли новых рецептур лакокрасочных материалов, разработанных на уровне высшей категории качества.

2. Применение высококачественных видов сырья в существующих рецептурах (рафинированных масел, микронизированных и поверхностно обработанных пигментов и наполнителей и т. п.).

3. Замена устаревших марок на новые более совершенные синтетические материалы (например, эмали ПФ-133 должны быть заменены на алкидно-акриловые АС-182 или алкидно-силиконовые ПФ-188; грунтовка ГФ-020 на ГФ-0119 или ПФ-078; эмаль МЛ-242 с грунтовкой МЧ-042 на грунт-эмаль МЛ-283 и эмаль ЭП-148 и т. д.).

4. Замена масляного ассортимента на алкидный.

Эти мероприятия характеризуют общий путь развития лакокрасочной промышленности и не могут быть осуществлены сразу. Однако при проведении аттестации выявились следующие внутренние резервы:

1. Усовершенствование рецептур (установление и соблюдение правильных соотношений пигмент : связующее—КОКП, предварительная очистка сырья, замена некоторых видов сырья и т. п.).

2. Усовершенствование технологических процессов и аппаратурного оформления производства лакокрасочной продукции (внедрение интенсивных процессов диспергирования пигментных паст, современных методов фильтрации, азеотропного метода синтеза, использование инертного газа, содержащего минимальное количество кислорода и др.).

Ряд предприятий отрасли совершенно недостаточно использует эти ресурсы. Так, на Лидском ЛКЗ уже третий год не работает установка рафинации масел, и завод, выпуская алкидные лаки на нерафинированном сыром масле, получает многочисленные нарекания на их качество со стороны других предприятий отрасли. Более половины заводов Объединения производят алкидные лаки блочным методом, практически не принимая никаких мер к техническому перевооружению лакомасляных цехов. Ряд заводов — Одесский, Ростовский — вообще не фильтруют эмали на конденсационных смолах.

3. Ужесточение норм по отдельным показателям технических требований в ГОСТ и ТУ для достижения оптимального качества каждого вида выпускаемой продукции. В этом направлении резервы по повышению качества продукции используются явно недостаточно. Во многих случаях пересмотр устаревших ТУ носит явно формальный характер и сводится только к изменению номера и уточнению отдельных методов испытаний, совсем не касаясь качественных показателей.

Одним из мощнейших рычагов повышения качества лакокрасочной продукции является новая техника, способствующая обновлению ассортимента, совершенствованию технологии производства. Однако наши заводы явно недооценивают этот фактор. Более того, отдельные руководители предприя-

тий свою энергию и технические знания используют на то, чтобы любыми способами мотивировать свой отказ от включения мероприятий по новой технике в план. Весьма неохотно и неинициативно ведут работы по внедрению новой техники такие предприятия как Львовский, Загорский, Котовский ЛКЗ и др. Неудивительно, что на большинстве этих предприятий неудовлетворительно обстоит дело и с качеством выпускаемой продукции.

ГИПИ ЛКП выступил с инициативой создания единого координационного плана мероприятий по повышению качества лакокрасочной продукции по результатам аттестации. В связи с этим на все заводы отрасли в октябре 1973 г. был направлен запрос о представлении планов организационно-технических мероприятий.

Окончательное заключение по представленным планам институтом может быть выдано после получения их от всех предприятий. Следует указать, что ряд заводов прислал свои планы с большим опозданием.

Выполнение планов этих мероприятий на заводах позволит в ближайшие 2—3 года улучшить качество продукции, провести предстоящую аттестацию на более высоком техническом уровне и подготовить к аттестации на высшую категорию качества с присвоением государственного Знака качества большой ассортимент лакокрасочной продукции.

«... ускорить темпы научно-технического прогресса путем всемерного развития исследований в наиболее перспективных областях науки и сокращения сроков внедрения результатов научных исследований в производство ...»

(ИЗ ДИРЕКТИВ XXIV СЪЕЗДА КПСС ПО ПЯТИЛЕТНЕМУ ПЛАНУ РАЗВИТИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР НА 1971—1975 годы).

Научно-исследовательские работы ГИПИ ЛКП, направленные на решение задач, стоящих перед лакокрасочной промышленностью

В. А. БЕРЕЗИН
(ГИПИ ЛКП)

В настоящее время потребность народного хозяйства в лакокрасочных материалах удовлетворяется лишь на 80%, а по отдельным видам, например по группе лаков и эмалей на конденсационных и полимеризационных смолах — на 62%.

Очень велико отставание в производстве водоразбавляемых красок по сравнению с ведущими капиталистическими странами. Так, в 1972 г. в США водных красок выпускалось около 1 млн т, т. е. 25% от общего объема производства лакокрасочной продукции, в ФРГ соответственно 400 тыс. т или 33%, в Англии 100 тыс. т или 17%, в Японии — 100 тыс. т или 9%, в СССР выпускается только 60 тыс. т — 2% от общего выпуска.

Слабо развито производство полиуретановых, эпоксидных, акриловых материалов, материалов на каучуках различного типа и других синтетических пленкообразующих. Еще не организовано промышленное производство порошковых красок. Доля ассортимента лакокрасочных материалов на синтетической основе составляет всего 55,5% (к концу пятилетки планируется увеличение до 61%). С другой стороны, ассортимент состоит из 2 тыс. наименований марок, целый ряд которых устарел. Унифицируя ассортимент, наш институт уже проработал 700 основных марок и внес предложение о сокращении 15% из них.

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства ставит перед лакокрасочной наукой и промышленностью новые ответственные задачи; вкратце их можно сформулировать следующим образом:

1. Повышение качества лакокрасочных материалов с целью значительного увеличения срока службы изделий и улучшения их декоративных свойств.

2. Уменьшение и полное прекращение выбросов вредных веществ, улучшение условий труда и снижение пожароопасности при производстве и применении лакокрасочных материалов.

3. Разработка новых лакокрасочных материалов, позволяющих усовершенствовать технологические процессы окраски и сушки.

Особое место занимает проблема экономии дефицитных растительных, в первую очередь пищевых, масел без ухудшения качества лакокрасочных материалов.

Важность решения этих задач подчеркивалась и в статье заместителя начальника В/О «Союзкраска»

Б. Б. Кудрявцева («Лакокрасочные материалы и их применение», 1974, № 2, с. 3—8).

Для дальнейшего успешного развития нашей подотрасли необходимо настойчиво работать над усовершенствованием технологических процессов, автоматизацией и повышением производительности труда, над повышением качества, расширением ассортимента минеральных пигментов, и, в первую очередь, двуокиси титана.

Ниже освещаются работы, осуществляемые ГИПИ ЛКП с целью решения перечисленных выше задач.

Для повышения качества и долговечности покрытий институтом в последние годы разработан целый ряд новых материалов, обеспечивающих удовлетворение требований различных отраслей. В их числе можно назвать:

1. Материалы на акриловых смолах для защиты алюминиевых строительных конструкций со сроком службы покрытия более 10 лет. Хотя их применение дает экономический эффект до 7 тыс. руб. на 1 т. эмали, выпуск их задерживается из-за отсутствия сырья.

2. Полиуретановые эмали для пассажирских самолетов со сроком службы 10—15 лет. Они начнут серийно выпускаться в будущем году, однако в количестве, недостаточном для обеспечения нужд народного хозяйства. Так, эмали целесообразно применять и для окраски ж/д вагонов (экономический эффект при этом составляет 3 тыс. руб. на 1 т эмали), но из-за отсутствия сырья внедрить их для этих целей не представляется возможным.

3. Ненасыщенные полиэфирные и полиуретановые лаки для высококачественной отделки мебели. В текущем году будет освоен выпуск только полиэфирных лаков: полиуретановые из-за отсутствия сырья не могут быть внедрены в настоящее время.

4. Быстросохнущие уралкидные эмали и грунтовки естественной сушки для городского транспорта (в том числе и при ремонтной окраске); экономическая эффективность — 4 тыс. руб. на 1 т материалов. В ближайшие годы намечается широкое развитие производства этих материалов, выпуск которых освоен в текущем году Рижским ЛКЗ.

5. Высокодекоративные алкидно-модифицированные эмали для сельскохозяйственной техники; сохранность их декоративных свойств в 3 раза бóльшая, чем у применяющихся до сих пор алкидных эмалей. Некоторые из них уже выпускаются Днепропетровским и Загорским ЛКЗ, другие осваиваются Ташкентским ЛКЗ в текущем году. Экономический эффект от их применения составит 300 руб. на 1 т.

В институте ведутся работы по созданию комплексов материалов на основе эпоксидных, полиуретановых, насыщенных полиэфирных и акриловых смол, обеспечивающих высокие защитные и физико-механические свойства и долговечность покрытий, а также устойчивую декоративность. Перспективным является направление работ по созданию лакокрасочных фторсодержащих связующих нового типа, обеспечивающего негорючесть покрытий, высокие прочностные, электроизоляционные и другие специальные свойства, а также высокую термостойкость.

Наряду с созданием новых материалов институт уделяет внимание улучшению качества продукции, выпускаемой предприятиями отрасли, путем проведения отраслевой аттестации всего ассортимента по трем категориям качества. Подробно итоги этой работы за 1972—1973 гг. изложены в этом же номере журнала*.

Улучшение качества продукции неразрывно связано с решением проблем тары для ее упаковки. Как показали расчеты, перспективным видом тары для лакокрасочной продукции является тара одноразового пользования. Проект завода по ее производству выполняется ГИПИ ЛКП со сроком окончания в 1975 г., но Союзхимтара, задерживая финансирование, может сорвать этот срок. Для транспортировки пигментов особо перспективными являются мягкие резино-кордные контейнеры. До сих пор институт недостаточно участвовал в мероприятиях по скорейшему внедрению контейнеров, но сейчас принимаются меры по исправлению этого положения.

Проблемы уменьшения выбросов в атмосферу, улучшения условий труда и снижения пожароопасности, как известно, решаются путем создания водоразбавляемых и порошковых красок, а также жидких безрастворительных систем.

Институтом разработаны эпоксидные жидкие материалы, содержащие всего 2—10% растворителей. Они образуют покрытия с высокой химстойкостью для защиты газовых магистральных трубопроводов, стальных и бетонных сооружений, работающих в агрессивных средах. Изготавливать их намечается с 1975 года. Одним из дальнейших направлений нашей работы будет создание новых полиуретановых систем путем применения этиленненасыщенных олигоэфируретанов. Их преимуществом, кроме отсутствия вредных растворителей, является высокая скорость формирования покрытий и возможность нанесения толстых слоев.

Разработано уже несколько марок водоразбавляемых материалов для нанесения электроосаждением — для окраски приборов, электробытовых машин, дисков колес, грунтования кузовов легковых автомобилей, пассивирующие грунтовки для черных и цветных металлов. Внедрение большей части этих марок намечается с 1975 г.

В дальнейшем планируется значительное расширение работ по этим типам материалов в направлении создания красок для различных способов нанесения (пневмораспыления, струйного облива, электроокраски), принципиально новых водорастворимых связующих и лакокрасочных материалов на их основе (в первую очередь катофорезных холодной сушки), а также эмалей и грунтовок на основе водных дисперсий полимеров.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются водоэмульсионные материалы только на основе поливинилацетатной дисперсии и стирол-бутадиеновых латексов. Институтом разработаны водоэмульсионные акриловые краски, внедрение которых сдерживается отсутствием сырья. Заканчивается разработка многоцветных декоративных красок и поливинилацетатных грунтовок, ко-

---

* Кудрявцев Б. Б., Карякина М. И., «Лакокрасочные материалы и их применение». 1974, № 5, с. 1—4.

торые должны осваиваться ЛПО «Лакокраска» в текущем и последующих годах.

Проводятся дальнейшие исследования в области водоэмульсионных красок с целью повышения их качества и расширения ассортимента за счет использования различных сополимеров винилацетата (в первую очередь на основе сополимера винилацетата с этиленом, ресурсы которого скоро возрастут). Планируется создание водоэмульсионных красок на основе эпоксидных смол для нанесения по металлу и бетону, в том числе по влажной поверхности, а также эмульсионных систем на базе других конденсационных смол.

Для цехов водоэмульсионных красок ГИПИ ЛКП разработал новую технологию изготовления однопигментных паст, что резко увеличивает производительность оборудования и дает возможность использования колеровочных паст на органических пигментах. Однако следует отметить, что создание водоэмульсионных материалов с высокой долговечностью, тиксотропных и ярких расцветок тормозится сегодня отсутствием водных дисперсий полимеров и высококачественных пигментов.

ГИПИ ЛКП разработал целый ряд порошковых красок на уровне лучших зарубежных образцов — эпоксидных, полиэфирных и акриловых для холодильников, мотоциклов, электротехнических изделий медицинского оборудования, магистральных газопроводов. Экономический эффект от применения только эпоксидных красок — около 6 тыс. руб. на 1 т красок. Полупромышленное производство порошковых красок намечено осуществить в 1975 г.

В дальнейшем исследования будут проводиться в направлении разработки порошковых красок: эпоксидных — с ускоренным временем и пониженной температурой сушки, полиэфирных — широкой цветовой гаммы с повышенными декоративными свойствами, а также красок на основе полиуретановых, фторопластовых и других типов пленкообразующих. Новым направлением является разработка водорастворимых и порошковых материалов для комплексной окраски автомобилей.

С целью обеспечения прогресса в области окрасочных работ институтом в течение ряда лет проводились работы по созданию следующих материалов: быстросохнущих; наносимых прогрессивными методами (электроокраска, струйный облив, электроосаждение); для предварительной окраски рулонного металла и др.

Разработаны быстросохнущая эпоксиэфирная грунтовка и уралкидные эмали для окраски стальных конструкций на поточных линиях, которые внедряются на Ташкентском и Рижском заводах, а также акриловые лаки и эмали для покрытий рулонного металла. Для этой же цели предполагается создать и освоить материалы на основе фторсодержащих пленкообразующих, значительно улучшающих защитные свойства покрытий.

Разработан и в 1974 г. внедряется на ряде лакокрасочных заводов полиэфирный лак, отверждающийся в течение 3 ч (вместо 24 ч) при комнатной температуре.

Институтом проводятся работы по созданию материалов для отделки древесины на основе ненасыщенных полиэфирных смол, отверждаемых потоком ускоренных электронов в течение нескольких секунд, что обеспечит получение покрытий I класса отделки без шлифования и полирования и позволит значительно улучшить условия и безопасность труда и повысить производительность работ в отделочных цехах. Внедрение этих материалов начнется в 1975 году.

Закончена разработка полиэфирной шпатлевки, отверждаемой УФ-лучами. Она служит для имитационной отделки древесно-стружечных плит под ценные породы древесины. Внедрение этих материалов задерживается из-за неподготовленности мебельной промышленности.

Одной из основных задач в данный момент является **экономия пищевых и дефицитных растительных масел.**

Наиболее перспективные направления ее решения — использование нефтехимического сырья, α-разветвленных кислот, жирных кислот таллового масла и др.

Нами уже разработаны рецептуры и технология производства олифы и красок с применением дивинил-пиперилленового каучука СКДПН-50 и полибутадиенового каучука СКДН-50. Экономия растительного масла в этих рецептурах — от 10 до 30%. Ведутся работы по получению жидких олигомеров на основе пиперилена для модифицированных олиф, что может обеспечить экономию 50 кг растительных масел на 1 т олифы. Начата работа по созданию алкидных смол и лакокрасочных материалов на основе полупродуктов из производных пиперилена. Однако следует признать, что работы по применению нефтехимического сырья, и в частности пиперилена, проводились в недостаточном объеме. Коллектив института усилил внимание к этим вопросам и начал широко проводить работы по синтезу материалов с использованием этого сырья. Их широкое внедрение может быть обеспечено лишь при условии поставки нефтехимиками продуктов нужного качества в необходимом количестве.

Институтом разработаны материалы на α-разветвленных кислотах, как например алкидная эмаль для легковых автомобилей и другие. Внедрение их задерживается из-за отсутствия производства α-разветвленных кислот. Следует подчеркнуть, что уже в 1973 г. внедренные разработки института обеспечили экономию 10 тыс. т растительных масел за счет использования в рецептурах синтетических жирных кислот, таллового масла и его жирных кислот. Эта величина могла быть в 2,5 раза выше при наличии ресурсов синтетических продуктов. По предварительным расчетам суммарная экономия растительных масел за счет осуществления работ по указанным направлениям может составить при наличии сырья 80 тыс. т. в год.

Следует сказать, что внедрение ряда новых разработок осуществляется крайне медленно. Это приводит иногда к тому, что в момент внедрения разработки уже являются устаревшими и уступают уровню, достигнутому к этому моменту за рубежом. Объем производства новых материалов длительное время остается незначительным, недостаточно реализуется их технический и экономический эффект.

Основными причинами отставания внедрения являются отсутствие многих видов сырья, неподготов-

ленность потребителей и нехватка оборудования для изготовления и нанесения лакокрасочных материалов. Например, в институте разработаны высококачественные полиуретановые эмали на основе полиизоцианат-биурета. Их применение позволит сократить простои городского транспорта под ремонтной окраской и даст экономический эффект 3 тыс. руб. на 1 т эмали. Потребность лакокрасочной промышленности в полиизоцианат-биурете — 5 тыс. т, а мощности, которые намечает ввести Союзазот — только 1 тыс. т/год. Из-за недопоставки в будущем этого сырья народное хозяйство не сможет получить экономию в десятки миллионов рублей.

На основе акрилового сополимера типа 5БВ разработаны краски для рулонного металла и алюминиевых строительных конструкций; эффективность их применения — 5 тыс. руб. на 1 т сополимера. Потребность в сополимере сейчас составляет более 1 тыс. т, а производится всего 200 т/год. Аналогичное положение имеет место с полиизоцианурат-ом, акриловыми мономерами, полиизоцианатами, фумаровой кислотой и некоторыми видами растворителей — кетонами и ацетатами.

Как уже отмечалось, большим тормозом для внедрения новых материалов в некоторых случаях является неподготовленность потребителя; например до сих пор не пущены окрасочные линии на заводах алюминиевых и стальных конструкций, линии для имитационной отделки древесины. Дальнейшее развитие порошковых красок также может сдерживаться отсутствием необходимого оборудования.

Создание новых лакокрасочных материалов предопределяет существенные изменения аппаратурно-технологического оформления лакокрасочных производств. Институт первым в химической промышленности применил пульсационную колонну в качестве реакционного аппарата непрерывного действия. Опытная установка непрерывного процесса синтеза эпоксидных смол в пульсационных колоннах уже начала функционировать. Создан метод получения эпоксидированного соевого масла на таком же оборудовании.

Разрабатывается непрерывный процесс производства эмалей на высокопроизводительном диспергирующем оборудовании с применением однопигментных паст и систем автоматизированного расчета рецептур с помощью ЭВМ. Все эти работы явятся основой при проектировании крупнотоннажных производств.

В ГИПИ ЛКП создано специализированное подразделение по разработке прогрессивных методов фильтрования.

Важная проблема в технологии производства эмалей — оптимизация процесса диспергирования. Интересным направлением в решении этой проблемы является разрабатываемые Ярфилиалом технология электромагнитного измельчения и конструкция аппаратов. Однако слабая организация этих работ до настоящего времени не позволила определить области и масштабы использования этого способа. Институтом планируется расширение исследований по этой проблеме, включая разработку мелющих тел, усовершенствование конструкций и технологических режимов.

Большое внимание уделяется созданию новых непрерывных процессов получения порошковых красок на базе высокоэффективных аппаратов непрерывного действия, например шнековых смесителей типа СНД.

Нами намечается серьезное увеличение объема работ по автоматизации и механизации лакокрасочных производств. Будут разрабатываться и внедряться системы автоматического управления цехом алкидных лаков, технологическими процессами получения эпоксидных смол, производства пигментной двуокиси титана и др. Уже сейчас начаты работы по созданию схем механизации лакокрасочных производств, включающих системы загрузки сырья, выгрузки и фасовки готовой продукции, транспортировки и складирования с применением ЭВМ.

Но никакие технологические процессы не могут считаться оптимальными, если не решаются вопросы максимальной ликвидации загрязнений окружающей среды. Поэтому институт разрабатывает безотходные технологические процессы с полным водооборотом, регенерацией сточных вод и утилизацией отходов.

Следует отметить, что экспериментальная база ГИПИ ЛКП недостаточно оснащена современной аппаратурой и средствами контроля, например, реакторами с универсальной обвязкой, дозирующими устройствами, приборами автоматического контроля качественных параметров (таких, как степень переэтерификации, кислотное число, дисперсность и др.). Отсутствуют лабораторные установки для отработки технологии нанесения мебельных лаков, материалов для рулонного металла, отверждаемых УФ-лучами и др. Выход из создавшегося положения — в укреплении экспериментальной базы института, реконструкции его лабораторных корпусов, в создании новых экспериментально-наработочных баз в филиалах. Наиболее ощутимый эффект мы можем получить за счет внедрения в практику работы института методов математического моделирования и масштабирования, что позволит от лабораторных исследований перейти непосредственно к промышленному производству.

Создание новых высокопроизводительных лакокрасочных производств существенно сдерживается нехваткой необходимого оборудования и приборов: экструдеров, пленочных аппаратов, реакторов с электроиндукционным обогревом, вискозиметров непрерывного действия, многоканальных анализаторов переэтерификации и многих других. Миннефтехиммаш и Минприбор уделяют крайне мало внимания разработке и выпуску специального оборудования для лакокрасочной промышленности.

Как уже отмечалось*, большой резерв ускорения технического прогресса кроется в правильном распределении исследований и работ по внедрению между институтом и ЦЗЛ заводов, а также в расширении сотрудничества с институтами АН СССР и кафедрами ведущих ВУЗ и в укреплении связей и специализации исследований с соответствующими организациями стран — членов СЭВ.

Организация и развитие производства новых лакокрасочных материалов диктуется требованиями

* Кудрявцев Б. Б. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1974, № 2, с. 3—8.

ведущих отраслей народного хозяйства; с другой стороны, возможности их производства в значительной степени определяются уровнем развития химической и нефтехимической промышленности, являющейся нашей сырьевой базой.

Для обеспечения научно-технического прогресса подотрасли потребуется проведение большого объема научно-исследовательских работ, которые должны базироваться на разработке фундаментальных теоретических основ лакокрасочных процессов, включающих следующие направления:

а) создание комплекса показателей, определяющих эксплуатационные характеристики лакокрасочных материалов, разработка на основе этих показателей систем машинного хранения и выбора необходимого материала, что позволит высвободить научные силы для решения новых принципиальных задач;

б) создание на основе системы упомянутых показателей уравнений связи свойств лакокрасочных материалов с их эксплуатационными характеристиками и тем самым создание базы для прогнозирующей системы зависимости состава материала от его эксплуатационных свойств;

в) выявление оптимальных условий протекания технологических процессов для создания высокоэффективных комплексно-автоматизированных и практически безотходных лакокрасочных производств;

г) резкое повышение количества работ на уровне изобретений, а также патентно- и лицензионноспособных. Успешному решению этих вопросов, которое позволит не только «догонять», но и создавать материалы на более высоком техническом уровне, будет способствовать создание в институте уже в текущем году специального подразделения поисковых и теоретических работ, которое должно вести работу в контакте с академическими институтами и кафедрами ВУЗ.

Вопросы развития исследований в области минеральных пигментов, а также проектных работ в институте послужат предметом отдельных статей.

Лакокрасочные материалы и полупродукты

УДК 667.612:678.764.43:66.099.5:658.513.3:517

Выбор состава пленкообразующего для порошковой акриловой краски методом математического планирования эксперимента

Л. В. КОЗЛОВ, С. С. ДРЕЗЕЛЬС, М. М. АДЛЕРБЕРГ, Г. А. ФЕТИСОВ, Ф. М. СМЕХОВ, Е. Б. МАНУСОВ

(ГИПИ ЛКП)

Применяемые в лакокрасочных покрытиях акриловые пленкообразующие [1] представляют собой в основном многокомпонентные системы, полученные сополимеризацией двух, трех и более мономеров [2]. Выбор оптимального состава таких сложных систем обычно требует большого числа экспериментов. Для решения подобных проблем несомненный интерес представляет применение метода математического планирования эксперимента, позволяющего значительно сократить число необходимых опытов.

Ниже представлен опыт математического планирования эксперимента при разработке рецептур акриловых сополимеров для порошковых красок. Была рассмотрена задача оптимизации соотношения концентраций мономеров* для получения сополимера с высокими физико-механическими свойствами.

На основании априорной информации о влиянии химического состава сополимера на его свойства выбраны 5 независимых факторов:

— соотношение между концентрациями СТ и ММА — x_1;

— соотношение между концентрацией СТ и ММА и концентрацией БМА — x_2;

— соотношение между концентрацией БМА и концентрацией всех мономеров — x_3;

* Стирол (СТ), метилметакрилат (ММА), бутилметакрилат (БМА), бутилакрилат (БА), глицидилметакрилат (ГМА).

Таблица 1

	$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$	$\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_4$	$\tilde{x}_5$	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
Основной уровень	1,4	2,5	0,25	0,1	0,04										
Интервал варьирования	0,9	0,75	0,05	0,05	0,015										
Верхний уровень «+1»	2,3	3,25	0,3	0,15	0,055										
Нижний уровень «—1»	0,5	1,75	0,2	0,05	0,025										
Кодированные значения факторов	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5										
Опыты															
1	—1	—1	— 1	— 1	—1	98,8	37	>50	0,86	4,5	0,31	42,0	103	25	320
2	—1	—1	+ 1	+ 1	—1	100	42	>50	0,86	4,5	0,39	39,0	117	41	240
3	+1	—1	+ 1	— 1	+1	95,8	30	1	0,80	11,0	0,13	37,5	74	20	200
4	—1	—1	— 1	+ 1	+1	100	37	>50	0,92	9,0	0,17	36,0	83	35	20
5	—1	+1	+ 1	+ 1	—1	100	32	>50	0,66	2,7	0,32	48,5	116	39	150
6	—1	+1	+ 1	— 1	+1	99,5	25	>50	1,00	5,5	0,19	47,2	93	1	5
7	+1	+1	— 1	+ 1	—1	85,2	10	>50	1,00	5,0	0,25	52,7	93	3	8
8	+1	—1	+ 1	— 1	—1	86,7	35	>50	0,84	9,5	0,16	30,7	81	39	240
9	+1	+1	— 1	— 1	—1	82,4	20	>50	0,90	7,5	0,20	47,7	92	3	10
10	—1	+1	— 1	— 1	+1	96,4	10	>50	0,94	5,5	0,19	46,7	95	2	5
11	+1	—1	— 1	+ 1	+1	99,2	30	>50	1,00	11,0	0,14	45,5	76	54	20
12	+1	+1	+ 1	+ 1	+1	93,2	12	>50	0,99	10,5	0,18	42,7	86	1	3

— соотношение между концентрацией ГМА и концентрацией всех мономеров — x_4;

— соотношение между концентрацией инициатора и регулятора и концентрацией всех мономеров — x_5.

По результатам предварительных опытов для выбранных факторов были назначены 2 уровня их изменения (верхний уровень обозначается в дальнейшем «+1», нижний «—1»).

Изучали влияние выбранных факторов на изменение следующих свойств сополимеров:

— конверсия (весовым методом, %) — y_1:

— стойкость к ударным нагрузкам (прибор УІ-А, кгс·см) — y_2;

— эластичность (по ШГ, мм) — y_3;

— твердость (М-3) — y_4;

— растекаемость (150 °С, 30 мин, см) — y_5;

— характеристическая вязкость (дл/г) — y_6;

— температура стеклования (ДТА, °С) — y_7;

— температура текучести (ДТА, °С) — y_8;

— разрывная прочность (динамометр типа Поляни, кгс/см²) — y_9;

— относительное удлинение при разрыве (динамометр типа Поляни, %) — y_{10}.

Для решения вопроса об оптимальных соотношениях концентраций мономеров была использована расширенная ортогональная матрица планирования, которая для пяти 2-уровневых факторов включала 12 вариантов рецептур [3, с. 9]. Матрица планирования, условия проведения экспериментов и результаты приведены в табл. 1. Предварительно были подобраны условия сополимеризации, обеспечивающие полноту прохождения реакции. Сополимеры были получены лаковым способом в растворе бутилацетата. В качестве инициатора использовали перекись бензоила, а регулятора мол. веса — третичный додецилмеркаптан. Чтобы избежать экзотермического подъема температуры, применяли 3-порционную загрузку инициатора в реакционную массу. Температура сополимеризации во всех случаях была постоянной, равной 90 °С. Функциональным мономером служил глицидилметакрилат.

Для получения линейного приближенного уравнения связи между изучаемыми факторами и свойствами полученных сополимеров была выполнена математико-статистическая обработка результатов экспериментов. На первом этапе необходимо было выделить среди изучаемых свойств сополимеров главные, по которым возможно решить задачу оптимизации. Логический анализ результатов табл. 1 позволяет сделать следующее заключение: конверсия (y_1), стойкость к ударным нагрузкам (y_2), эластичность (y_3) и твердость (y_4) изменяются в пределах ошибки их измерений, т. е. не отражают воз-

Таблица 2

	y_1	y_2	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9
y_1	1	+0,457	—0,288	—0,170	+0,239	—0,121	+0,270	+0,446
y_2		1	—0,457	—0,041	+0,329	—0,626*	+0,211	+0,821*
y_4			1	+0,389	—0,464	+0,050	—0,506	—0,360
y_5				1	—0,827*	—0,485	—0,901*	+0,120
y_6					1	+0,205	+0,957*	+0,178
y_7						1	+0,314	—0,503*
y_8							1	+0,060
y_9								1

действия факторов (X_i). Деформационно-прочностные свойства — разрывная прочность (y_9) и относительное удлинение (y_{10}) реагируют на изменение фактора X_2 (соотношение между суммой «жестких» и «мягких» мономеров). По характеру разрыва выделяются две группы сополимеров. Одни рецептуры способствовали получению хрупких систем (опыты № 6, 7, 9, 10, 12, в которых X_2 был на уровне «+1», т. е. составлял 3,25), другие — более прочных и эластичных продуктов (опыты, в которых X_2 был на уровне «—1», т. е. составлял 1,75). Подобный логический анализ результатов опытов не позволяет отдать предпочтение какому-либо одному из рассмотренных показателей.

Более формализованный выбор критерия оптимизации выполнен путем вычисления коэффициентов парной корреляции между изучаемыми выходными параметрами, значения которых представлены в табл. 2.

При 5% уровне значимости значимыми [4, с. 379] являются коэффициенты, большие 0,497 (в таблице они обозначены *).

Таким образом, можно было выделить две группы свойств: 1 — температура стеклования, стойкость к ударным нагрузкам и разрывная прочность, причем с увеличением температуры стеклования наблюдается уменьшение стойкости к ударным нагрузкам и разрывной прочности; 2 — характеристическая вязкость, температура текучести, растекаемость, причем чем выше вязкость, тем выше температура текучести и меньше растекаемость.

Для параметра качества y_6 подсчитано уравнение связи с изучаемыми факторами в форме линейной зависимости:

$$y_6 = 0{,}222 - 0{,}043X_1 + 0{,}004X_2 + 0{,}01X_3 + \\ + 0{,}022X_4 - 0{,}074X_5 \qquad (1)$$

Статистическая значимость коэффициентов регрессии в уравнении (1) была оценена по t-критерию [3, с. 13, 55]. Ошибка в определении коэффициентов регрессии составляла $\approx 0{,}007$. Статистически значимыми оказались коэффициенты регрессии при переменных X_1, X_4 и X_5. При этом наибольшее значение имеет коэффициент при X_5 (—0,074), что указывает на доминирующее влияние этого фактора. Отсюда следует, что получение сополимера с необходимым молекулярным весом в данном случае можно провести без изменения состава сополимера, варьируя только концентрации инициатора и обрывателя цепи.

Адекватность линейного представления результатов была проверена по критерию Фишера [3, с. 56]. При этом дисперсия адекватности составляла для y_6 0,003 с числом степеней свободы $f=9$, а дисперсия воспроизводимости 0,0057 с числом степеней свободы 12. Рассчитанное значение F-критерия оказалось меньше табличного, что позволило сделать заключение об адекватности линейной модели экспериментальным данным.

Зависимость температуры стеклования сополимера от факторов X_i ($i=1, 2, 3, 4, 5$) можно представить следующим уравнением:

$$y_7 = 43{,}042 - 3{,}625X_1 + 4{,}583X_2 - 2{,}083X_3 + \\ + 1{,}042X_4 - 0{,}414X_5 \qquad (2)$$

Ошибка в определении коэффициентов регрессии для параметра y_7 составляла 0,673. Статистически значимыми по t-критерию оказались коэффициенты при переменных X_1, X_2, X_3. В рассматриваемом уравнении для y_7 наибольшее значение имеет коэффициент при X_2 (4,583).

Адекватность линейного представления экспериментальных данных уравнением (2) была показана по критерию Фишера.

Уравнение для параметра y_7 было использовано при выборе оптимального состава сополимера методом крутого восхождения. С этой целью стандартным методом [3, с. 16] были рассчитаны шаги крутого восхождения для факторов со значимыми коэффициентами.

Реализация новых условий дала возможность синтезировать два сополимера с температурами стеклования 48 и 54 °С, удовлетворительные по своим физико-механическим свойствам.

Таким образом, в результате проведенной работы были найдены методом математического планирования эксперимента оптимальные составы пленкообразующего для порошковых красок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gerhart H. L., Parker E. E. Ind. Eng. Chem., 1967, v. 59, № 8, p. 43—55.
2. Graham N. B. e. a. Offic. Digest, 1965, v. 37, № 489, p. 1228—1237; Taylor J. R., Price T. I. J. Oil Colour Chem. Assoc., 1967, v. 50, № 2, p. 139—145.
3. Бирюков В. В. Практическое руководство по применению математических методов планирования эксперимента для поиска оптимальных условий в многофакторных процессах. Рига, «Зинатне», 1969. 79 с.
4. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., Физматгиз, 1960. 400 с.

УДК 541.183.03:678.764.43+667.622.118.22

Адсорбция водорастворимых акриловых сополимеров на пигментной двуокиси титана

Т. С. КРАСОТИНА, М. И. ИВАНОВА, П. И. ЕРМИЛОВ

(Ярославский политехнический институт)

В настоящее время все большее значение приобретают лакокрасочные материалы, не содержащие органических растворителей — порошковые и водные краски. Разновидностью таких материалов являются грунты и эмали на основе водорастворимых синтетических смол [1, с. 149—185]. Их свойства, так же как и свойства пигментированных органорастворимых систем, во многом зависят от адсорбционного взаимодействия связующего с пигментом, исследование которого позволяет определить оптимальные условия изготовления лакокрасочных композиций с улучшенными свойствами. Кроме того, изучение адсорбции водорастворимых синтетических пленкообразующих на твердой поверхности и влияния на нее различных факторов представляет теоретический интерес, так как большинство пленкообразующих водорастворимого типа относится к классу поли(олиго)электролитов, для которых эти вопросы исследованы явно недостаточно и освещены только в смежных областях [2; 3, с. 64].

Нами исследовались адсорбция акриловых сополимеров с различными функциональными группами и разного мол. веса на пигментной двуокиси титана из водных растворов, а также природа взаимодействия акриловых сополимеров в ионной форме с поверхностью пигмента.

Были синтезированы модельные водорастворимые сополимеры N-метилолметакриламида (ММА), метакриловой кислоты (МАК) и бутилакрилата (БА), методика синтеза и свойства которых описаны ранее [4]. Выбор данных сополимеров обусловлен высокими защитными и декоративными свойствами покрытий, получаемых на их основе методом электроосаждения [5], и перспективой их использования в качестве связующих в лакокрасочной промышленности.

Состав и свойства использованных в работе сополимеров приведены в таблице.

Образцы сополимеров не подвергали фракционированию, так как пленкообразующие данного типа имеют достаточно высокую степень однородности по составу и величине мол. веса [4]. Среднечисловой мол. вес образцов ($\overline{M}_n$) определяли эбуллиоскопическим методом. Синтезированные сополимеры очищали от примесей и мономеров петролейным эфиром. Их водные растворы готовили на основе 60%-ных растворов в изопропиловом спирте путем нейтрализации триэтиламином из расчета 1 моль триэтиламина на 1 моль кислоты.

В качестве пигмента была выбрана двуокись титана рутильной модификации Kronos RN-56 (фирма Titangesellschaft) с обработанной алюмосиликатом поверхностью, применяемая для изготовления электрофорезных эмалей и грунтов ввиду пониженного содержания водорастворимых солей (0,1%) и большой дисперсности (уд. поверхность $S_{БЭТ} = 9{,}1$ м²/г).

Адсорбцию проводили путем перемешивания в стеклянных пробирках навески пигмента в водном растворе пленкообразующего. Перед адсорбцией образцы пигмента сушили при 180 °С до постоянной массы. Изменение концентрации раствора в результате адсорбции определяли при помощи рефрактометра типа ИРФ-23 при 20±0,1 °С. Величину адсорбции рассчитывали по разности исходной и равновесной концентраций. Время установления адсорбционного равновесия, определенное экспериментально, 1—2 ч.

Характер взаимодействия сополимеров с поверхностью двуокиси титана изучался методами десорбции и ИК спектроскопии. Десорбция проводилась путем трехкратной отмывки образцов дистиллированной водой (продолжительность каждой отмывки 10 ч) при непрерывном перемешивании. Конец отмывки контролировали рефрактометрически.

Для спектрального исследования порошок рутила прессовали в виде таблеток с KBr. Спектры записывались на инфракрасном спектрофотометре UR-10 с призмой из NaCl. Для компенсации рассеяния излучения образцами в луче сравнения спектрофотометра была поставлена диафрагма.

Результаты исследования адсорбции водорастворимых сополимеров показали, что изотермы (рис. 1—3) в широком интервале концентраций растворов (2—150 мг/г) имеют сложный характер. Такой ход изотерм можно объяснить изменением структуры полимеров в растворах с увеличением их концентрации, характерным как для растворов полиэлектролитов [6], так и для полимерных неэлектролитов [7, с. 96—102]. Из рис. 1—3 видно, что при концентрациях растворов ≈2—30 мг/г кривые адсорбции имеют вид изотермы Ленгмюра. По-видимому, в разбавленных растворах акриловых сополимеров, благодаря большей степени ионизации молекул связующего и наличию электростатического отталкивания одноименно заряженных групп COO^-, процессы структурообразования затруднены. Молекулы сополимеров имеют «выпрямленную» конформацию и образуют мономолекулярный слой

Номер образца	Состав исходной смеси мономеров, %			Кислотное число, мг КОН/г		Содержание азота, %		Состав сополимера, %			$\overline{M}_n$
	МАК	ММА	БА	Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	МАК	ММА	БА	
1	10	18	72	65,1	70,2	4,4	3,5	10,8	14,4	74,8	4000
2	10	18	72	65,1	67,0	4,4	3,7	10,3	15,2	74,5	5000
3	10	18	72	65,1	72,3	4,4	3,9	11,1	16,0	72,9	7000
4	7	18	75	45,6	50,1	4,4	3,5	7,7	14,4	77,9	4000
5	14	18	68	91,1	98,7	4,4	3,8	15,1	15,6	69,3	4000
6	10	—	90	65,1	66,0	—	—	10,1	—	89,9	4000
7	12,2	—	87,8	79,4	84,0	—	—	12,9	—	87,1	4000

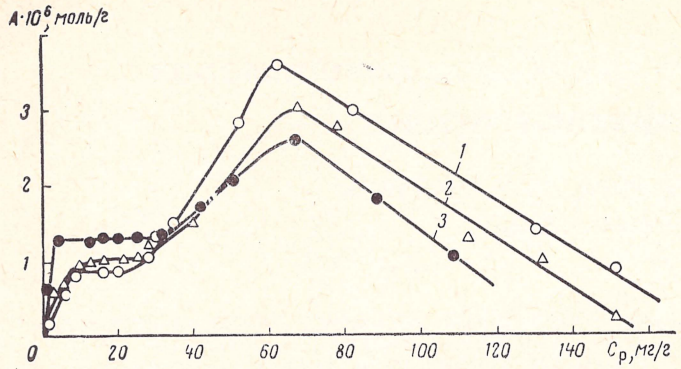


Рис. 1. Изотермы адсорбции акриловых сополимеров разного мол. веса из водных растворов на TiO_2:

1 — обр. 3 ($\overline{M}_n$=7000); *2* — обр. 2 ($\overline{M}_n$=5000); *3* — обр. 1 ($\overline{M}_n$=4000).

на поверхности адсорбента. При дальнейшем увеличении концентрации растворов наблюдается постепенное увеличение адсорбции, прохождение ее через максимум и последующее снижение. Кривые адсорбции с максимумами в настоящее время описаны в литературе для полимеров и олигомеров неэлектролитного типа [7—9]. Такой ход изотерм объясняется образованием ассоциатов молекул в растворах пленкообразующих (размеры которых растут с увеличением концентрации раствора) и переходом их на поверхность адсорбента. Понижение адсорбции после достижения определенной концентрации раствора, очевидно, является кажущимся и связано с уменьшением объема раствора вследствие сильной сольватации ассоциатов адсорбированного слоя растворителем.

При изучении десорбции сополимеров с поверхности TiO_2 (см. рис. 3) было обнаружено, что большая часть сополимеров связывается с поверхностью пигмента необратимо: ≈77% сополимера, содержащего метилольные и карбоксильные группы, и ≈65% сополимера с карбоксильными группами (необратимая адсорбция последнего на рис. 3 не приводится). Причем ассоциаты, связываясь несколькими молекулами с активными центрами твердой поверхности [10, с. 147], так же как и изолированные молекулы, прочного удерживаются на адсорбенте.

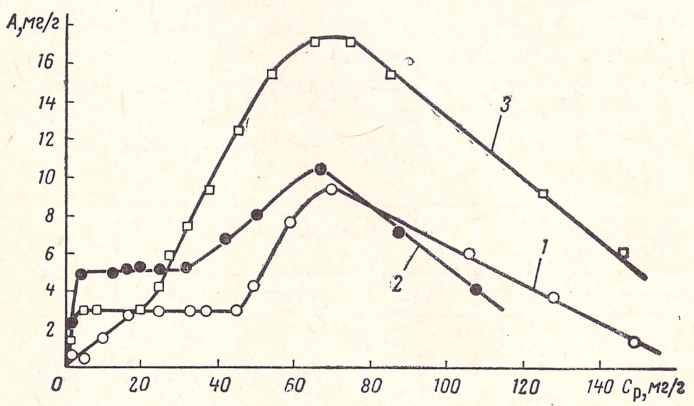


Рис. 2. Изотермы адсорбции акриловых сополимеров с различным содержанием COOH групп из водных растворов на TiO_2:

1 — обр. 4 (к. ч.=50,1 мг KOH/г); *2* — обр. 1 (к. ч.=70,2); *3* — обр. 5 (к. ч.=98,7).

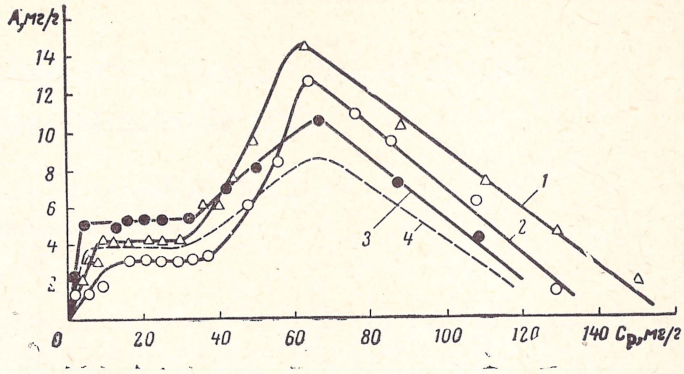


Рис. 3. Адсорбция водорастворимых акриловых сополимеров с разными функциональными группами на TiO_2:

1 — обр. 7; *2* — обр. 6; *3* — обр. 1; *4* — необратимая адсорбция обр. 1.

Прочная адсорбционная связь акриловых сополимеров с поверхностью TiO_2 подтверждается и данными ИК спектроскопии (рис. 4). Спектр рутила до адсорбции аналогичен спектру двуокиси титана, приведенному в работе [11]. Полоса поглощения при 1640 $см^{-1}$ свидетельствует о наличии на поверхности рутила воды, адсорбированной в молекулярной форме. В спектре сополимера интенсивная полоса поглощения в области 1740 $см^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями карбонильной группы [12, с. 258]. Смещение ее в спектре рутила после адсорбции на нем сополимера в длинноволновую область на 5 $см^{-1}$ характеризует образование водородной связи карбонильной группы с гидроксилированной поверхностью TiO_2. Аналогичное смещение полосы поглощения группы >C=O наблюдалось в спектре TiO_2 после адсорбции алкидной смолы из растворов в *n*-ксилоле [13]. Широкая полоса поглощения в области 1600 $см^{-1}$, отсутствующая в спектре сополимера в кислой форме, соответствует антисимметричным колебаниям карбоксилат-ионов [12, с. 250]. Эти ионы присутствуют

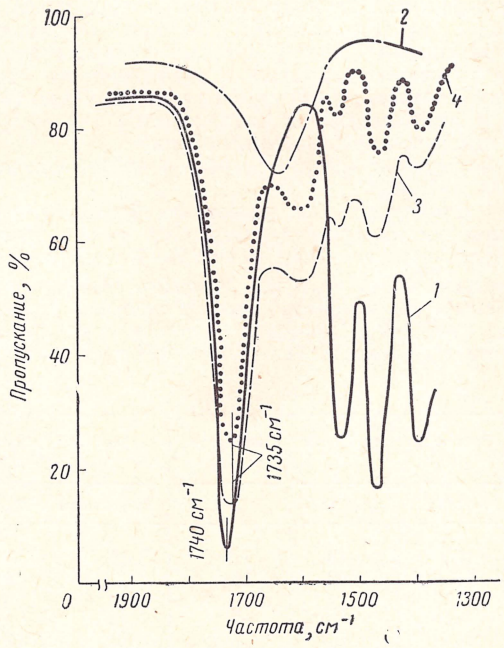


Рис. 4. ИК спектры тройного акрилового сополимера (обр. 1) в кислой форме (*1*) и рутилов:

2 — исходного; *3* — после адсорбции сополимера из 4%-ного водного раствора; *4* — после десорбции.

в водном растворе сополимера и при адсорбции, по-видимому, связываются с поверхностью рутила координационными связями [11, 13].

Результаты измерений адсорбции акриловых сополимеров, имеющих одинаковый состав, но различающихся по мол. весу, приведены на рис. 1 (для сравнения величины адсорбции даны в мольном выражении). Из хода кривых видно, что в области разбавленных растворов с увеличением мол. веса сополимера количество адсорбированных молей его уменьшается. При адсорбции из умеренно концентрированных растворов, в которых молекулы утрачивают свою индивидуальность, наблюдается противоположная картина. В водных растворах сополимеров большего мол. веса процессы структурообразования начинаются при меньших концентрациях (см. рис. 1, кр. *1* и *3*), а образующиеся ассоциаты состоят из большего числа молекул и, следовательно, имеют бóльшие размеры. Переход таких ассоциатов из раствора на поверхность адсорбента значительно повышает величину адсорбции.

Влияние изменения содержания карбоксильных групп в цепи сополимера на его адсорбционную способность показано на рис. 2. Видно, что зависимость величины адсорбции от кислотного числа сополимера в области разбавленных растворов (участок типа Ленгмюра) неоднозначная. Аналогичные результаты получены Клоке [14, с. 176] для сополимеров метилметакрилата и акриловой кислоты. При адсорбции из концентрированных растворов наблюдается более простая картина: с увеличением кислотного числа сополимера величина его адсорбции на рутиле возрастает. Очевидно, степень структурообразования в растворах олигоэлектролита увеличивается с повышением содержания кислоты в цепи пленкообразующего.

Влияние N-метилольной группы на адсорбционную способность сополимера изучалось следующим образом. Исследовалась адсорбция (см. рис. 3) тройного сополимера (образец 1), содержащего в своем составе метилольную группу, и двух двойных (без ММА): в одном из них (образец 6) кислотное число, в другом (образец 7) соотношение компонентов соответствовали тройному сополимеру. Известно [1, с. 47], что дополнительное введение в состав сополимера полярной неионогенной группы способствует лучшему растворению его в воде. При умеренных концентрациях растворов молекулы такого сополимера более развернуты, а размер образующихся ассоциатов меньше. Этим объясняется и меньшая величина адсорбции тройного сополимера на поверхности TiO_2. Обратная зависимость, имеющая место при адсорбции из разбавленных растворов, объясняется бóльшим сродством молекул сополимера с метилольными группами к поверхности рутила, обладающей специфическими активными центрами разной природы [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Верхоланцев В. В. Водные краски на основе синтетических полимеров. «Химия», 1968. 200 с.
2. Greene B. W. J. Colloid a. Interface Sci., 1971, v 37, № 1, p. 144—153.
3. Ахмедов К. С. и др. Водорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами. Ташкент, «Фан», 1969. 251 с.
4. Квасников Ю. П., Филиппычев Г. Ф., Молотилова Т. Б. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 2, с. 9—10.
5. Крылова И. А. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 3, с. 41—43.
6. Хамраев С. С., Арипов Э. А., Ахмедов К. С. Коллоид. ж., 1963, т. 25, № 6, с. 716—717.
7. Сергеева Л. М. и др. В сб.: Гетерогенные полимерные материалы. Киев, «Наукова думка», 1973, 164 с.
8. Трапезников А. А. и др. ДАН СССР, 1965, т. 160, № 1, с. 174—177.
9. Rehacek K., Shiitte H. Plaste u. Kautschuk, 1969, Bd. 16, № 10, S. 773—779; Shiitte H. Z. Phys. Chem., 1971, Bd. 247, № 3/4, S. 161—177.
10. Ермилов П. И., Диспергирование пигментов. М., «Химия», 1971. 300 с.
11. Уваров А. В., Пряхина Е. С. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 3, с. 14—16.
12. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул, М., Издатинлит, 1963. 590 с.
13. Абрамов Ю. И. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 5, с. 15—16.
14. Klocke K. H. Fatipec — Kongress — Buch, Wiesbaden, 1962.
15. Dintenfass L. Kolloid Z., 1957, Bd. 155, № 2, S. 121—131.

УДК 678.072:667.621.2:678.764.43

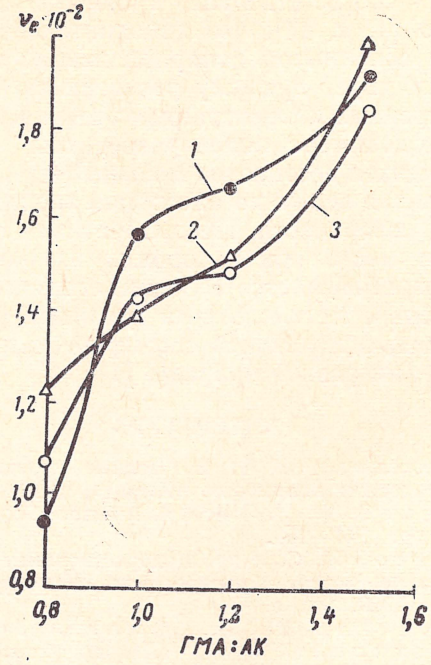
Принцип составления рецептур термореактивных водорастворимых акриловых сополимеров, содержащих глицидилметакрилат

(Краткое сообщение)

Ю. П. КВАСНИКОВ, Г. Ф. КОСТЮЧЕНКО, Г. Ф. ФИЛИППЫЧЕВ, Н. А. ИВАНОВ

(Ярославский политехнический институт)

Водорастворимость акриловых сополимеров, содержащих глицидилметакрилат, достигается введением в его состав определенного количества карбоксильных групп путем сополимеризации с акриловой кислотой (АК) или метакриловой кислотой (МАК) [1]. Оптимальное количество кислоты в рецептуре сополимера, необходимое для придания водорастворимости, составляет 7—10 вес. % при средневесовом мол. весе 5000—6000. Названная величина мол. веса достигается выбором типа и концентрации инициатора реакции полимеризации. Глицидилметакрилат (ГМА) в рецептуре сополимера обеспечивает термореактивность пленкообразователя. С целью получения стабильных водных



Изменение концентрации сшитых цепей в зависимости от соотношения АК и ГМА для неблокированного сополимера (*1*) и блокированного метилэтилкетоном (*2*) и метилизобутилкетоном (*3*).

растворов сополимеров, содержащих ГМА, проводилась реакция превращения глицидных групп в кетальные путем взаимодействия их с кетонами (реакция блокировки) [2]. Для создания продукта, обладающего высокой густотой поперечных связей, достаточно добавки ГМА в рецептуру в количестве 15—17 вес. %. Влияние молярного соотношения АК и ГМА на густоту пространственной сетки изучалось методом набухания образцов термоотвержденных пленок сополимеров в парах растворителя (изопропилового спирта). По уравнению Флори-Ренера рассчитывали средний мол. вес. участка цепи между узлами сетки M_c и ν_e/v — концентрацию сшитых цепей в полимерах [3].

Из рисунка видно, что при соотношении АК : ГМА = 1 : 1—1 : 1,2 изменение концентрации сшитых цепей незначительно и несколько повышается лишь при АК : ГМА = 1 : 1,5. Однако, поскольку введение большого количества ГМА в систему является нецелесообразным, то для оптимальной рецептуры было выбрано молярное соотношение АК : ГМА = 1 : 1,1, что соответствует 15 вес. % ГМА в сополимере.

Для получения покрытий (Пк) с высокими физико-механическими свойствами необходимо выбрать оптимальное соотношение между бутилметакрилатом (БМА), который сообщает Пк твердость, и бутилакрилатом (БА), который [4] служит пластификатором (см. таблицу).

Содержание БА, вес. %	Содержание БМА, вес. %	Относительная твердость по М-3	Гибкость по ШГ, мм
—	78	0,83	5
10	68	0,78	3
20	58	0,70	3
30	48	0,65	1
40	38	0,56	1

Примечание. Содержание АК 7%, ГМА 15%.

Установлено, что Пк, полученные на основе неблокированного и блокированного кетонами сополимеров, при подобранных режимах термоотверждения обладают одинаковыми свойствами. Пленка сополимера, содержащего 30% БА и 48% БМА, имеет достаточно высокую твердость и гибкость.

Таким образом, оптимальная рецептура сополимера следующая (вес. %): АК—7, ГМА—15, БА—30, БМА—48.

Полученный пленкообразователь способен наноситься на металлическую подложку из водного раствора методом электроосаждения, обливом и окунанием. После термоотверждения образуются Пк с высокими защитными, декоративными и физико-механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hopwood I. I. J. Oil Colour Chem. Assoc., 1965, v. 48, № 2, p. 157.
2. Квасников Ю. П. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 5, с. 10—11.
3. Тевлина А. С. и др. Высокомол. соед., 1973, т. А6, № 6, с. 1187.
4. Brown W. H., Miranda I. J. Offic. Digest, 1964, v. 36, № 475, p. 92.

УДК 667.621.633:678.674+547.538.141

Некоторые пути повышения качества алкидно-стирольных смол

(Краткое сообщение)

Г. Л. ЮХНОВСКИЙ, Б. М. РУДЕНКО, Л. А. СУМЦОВА, Р. Р. ПОПЕНКЕР, Н. В. ПРИЛУЦКАЯ, З. М. КУДРОВА, Н. П. ТЕРНОВАЯ

(Харьковский ордена Ленина политехнический институт им. В. И. Ленина)

Выпускаемые промышленностью алкидно-стирольные смолы наряду с ценными качествами имеют ряд недостатков, ограничивающих их использование—требуют применения токсичных растворителей, дефицитного тунгового масла; кроме того, защитные свойства покрытий невысокие.

На основании некоторых теоретических предпосылок и результатов наших экспериментальных исследований* можно полагать, что эти недостатки в

* Юхновский Г. Л., Сумцова Л. А., Терновая Н. П., ЖПХ, 1970, № 11, с. 2494.

значительной мере обусловлены технологией синтеза модифицированных продуктов. Необходимость введения тунгового масла диктуется условиями получения гомогенной системы. Однако гомогенность может быть достигнута путем снижения молекулярного веса полимерных цепей стирола и соответственно повышения в них удельного содержания жирового компонента. Такие алкидно-стирольные смолы могут быть получены при повышении температуры синтеза до 160—170 °С, увеличении содержания инициатора до 3—4% от массы мономера и низкой концентрации мономера в реакторе. Последнее обеспечивается медленным введением (в течение 18—24 ч) в нагретую алкидную смолу раствора стирола в уайт-спирите в смеси с инициатором. Указанные условия синтеза позволили получить модифицированные стиролом продукты на основе глифталевых, пентафталевых и пентаглифтальмалеинатных алкидных смол и значительно расширить области их применения. В этом случае для получения гомогенных систем не обязательно вводить в рецептуру алкидных смол дефицитные масла, содержащие сопряженные двойные связи. Путем изменения порядка загрузки можно регулировать вязкость продуктов: низкая вязкость и хорошая растворимость смол в лаковом бензине достигается при загрузке части алкидной смолы вместе со стирольным раствором.

Алкидно-стирольные смолы, полученные с учетом указанных технологических изменений, отличаются растворимостью в уайт-спирите, хорошими реологическими свойствами, улучшенными физико-механическими и антикоррозионными показателями пленок на их основе.

Химический и спектрографический анализ фракций алкидно-стирольных смол обнаружили снижение молекулярного веса полимерных цепей и более высокое удельное содержание в них масляного компонента. Эти продукты по природе своей ближе к маслам и алифатическим углеводородам, чем алкидно-стирольные смолы, полученные методом одновременной загрузки мономера.

Опытным заводом ГИПИ ЛКП освоен выпуск новых алкидно-стирольных лаков МС-0154 и МС-5Б. На основе лака МС-0154, обладающего высокими антикоррозионными свойствами, ГИПИ ЛКП и ВНИИ нефтяной промышленности разработаны ингибированная грунтовка НГ-216 и композиция Масплин-1.

Лак МС-5Б на основе стиролизованной глифтальмалеинатной смолы применяется в качестве связующего в полиграфической промышленности для красок трафаретной печати серии ТУМС. Краски отличаются высокой адгезией к различным подложкам, хорошими печатно-техническими и декоративными свойствами. Высокая скорость закрепления таких красок позволяет механизировать и автоматизировать процесс печатания. Краски выпускаются Торжокским заводом полиграфических красок и применяются для печати по бумаге, коленкору и полимерным пленкам, для печати по полистиролу при изготовлении радиошкал на отечественных радиозаводах и др.

Пленки на основе модифицированных пентафталевых и пентаглифтальмалеинатных алкидных смол отличаются повышенной твердостью, прочностью при ударе и изгибе. Эмали на основе таких продуктов разбавляются уайт-спиритом и по защитным свойствам не уступают атмосферостойким эмалям ПФ-133, выгодно отличаясь от них высокой скоростью высыхания как при естественной сушке, так и при 80 °С.

Таким образом, изменение технологии синтеза алкидно-стирольных смол, описанное выше, позволяет в значительной мере повысить их качество и расширить области применения.

УДК 667.63:678.652'737'21+678.674

Безмасляные меламино-полиэфирные связующие

М. Ф. СОРОКИН, Э. Л. ГЕРШАНОВА, Р. А. СЕМИНА, Л. Д. БОРИСОВА *

(МХТИ им. Д. И. Менделеева, ГИПИ ЛКП)

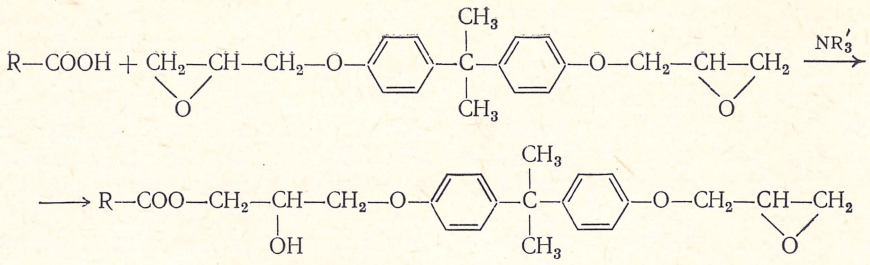
Ранее** были синтезированы ненасыщенные полиэфиры на основе аллилглицидилового эфира, трехатомных спиртов и дикарбоновых кислот, которые использовались в виде лаковых композиций с меламино-формальдегидной смолой К-421-02. Однако в отсутствие катализатора отверждения (нафтената кобальта или *п*-толуолсульфокислоты) покрытия, обладающие высокой твердостью, не были получены.

Известно, что введение в полимерную цепь ароматических ядер способствует повышению твердости покрытий. Поэтому в описываемой работе полиэфиры синтезировали из эпоксидной смолы ЭД-20 (бывш. ЭД-5), приближающейся по составу к диглицидиловому эфиру диоксидифенилпропана, и моно- и дикарбоновых кислот.

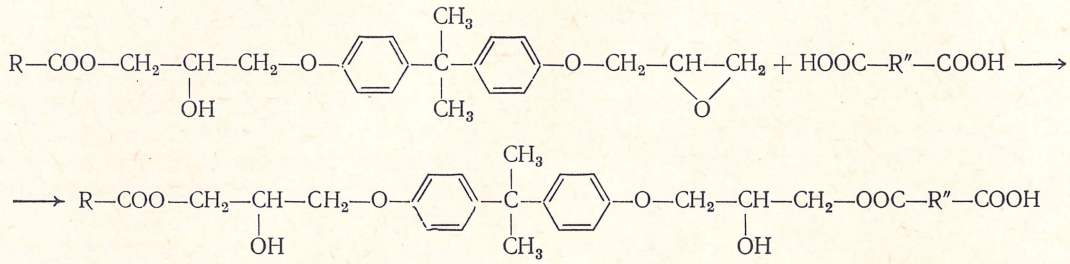
Синтез проводили в две стадии. На первой стадии (при постепенно поднимающейся температуре от 100 до 130 °С) протекала реакция смолы ЭД-5 и монокарбоновой кислоты в присутствии катализатора трибутиламина, взятого в количестве 0,25 мол. %, по следующей схеме:

* В работе принимал участие М. А. Чупеев.

** Сорокин М. Ф. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 4, с. 7—9.



Реакцию вели до исчерпывания карбоксильных групп и снижения содержания глицидных групп в два раза (≈ до 14—15%). На второй стадии синтеза в реакционную смесь вводили дикарбоновую кислоту (АК — адипиновая кислота, ЛК — лауриновая кислота, ПК — пальмитиновая кислота, ЯК — янтарная кислота, ПК — пеларгоновая кислота) и синтез вели при постепенном подъеме температуры от 140 до 160 °С до достижения кислотного числа олигомера 9—20 мг КОН/г и исчезновения глицидных групп. Полученный олигомер имеет следующее строение:



По внешнему виду синтезированные продукты представляют собой твердую массу светло-желтого цвета, они хорошо растворимы в кетонах, спиртах, диоксане, хлорированных углеводородах (табл. 1).

Таблица 1

Номер образца	Соотношение исходных компонентов, моли	Кислотное число, мг КОН/г	Содержание гидроксильных групп, %	Мол. вес (криоскопический)	Совместимость со смолой К-421-02
1	ЭД-5:ЛК:АК= 1,0:2,0:0,65	24,6	1,20	1080	Не совмещается
2	ЭД-5:ЛК:АК= 1,0:0,57:0,535	9,5	8,88	720	Совмещается
3*	ЭД-5:АК=1,0:1,0	Гелеобразование			
4	ЭД-5:ПК:АК= 1,0:2,0:0,65	17,4	1,50	1010	Не совмещается
5	ЭД-5:ЛК=1,0:2,0	23,5	—	—	Совмещается
6	ЭД-5:ЛК:АК= 1,0:1,0:0,6	22,9	4,30	660	»
7	ЭД-5:ЛК:АК= 1,0:1,0:0,55	22,2	4,60	760	»
8	ЭД-5:ЛК:ПК:АК= 1,0:0,285:0,285:0,536	12,3	6,30	—	»
9	ЭД-5:ЛК:ЯК:АК= 1,0:0,57:0,1:0,435	11,8	7,00	—	»

* Реакционная масса обратилась в гель при кислотном числе ≈80 мг КОН/г.

Из таблицы видно, что с меламино-формальдегидной смолой К-421-02 совмещаются низкомолекулярные олигомерные полиэфиры, содержащие >4% гидроксильных групп и имеющие мол. вес 600—800, т. е. в данном случае наблюдается та же закономерность, что отмечалась нами для ранее синтезированных полиэфиров. По-видимому, совместимость с меламино-формальдегидной смолой достигается при определенном соотношении гидрофильных и гидрофобных групп в полиэфире.

Образец полиэфира № 3 обращается в гель при сравнительно большом кислотном числе ввиду большой функциональности реакционной системы (смола ЭД-5 при 170 °С является четырехфункциональным соединением).

На основе совмещающихся со смолой К-421-02 олигомерных полиэфиров были приготовлены меламино-полиэфирные композиции при весовом соотношении полиэфир: К-421-02=80 : 20; 70 : 30; 60 : 40, которые разбавляли ксилолом (композиции 4—12, табл. 2) или смесью растворителей (композиции 1—3, 13—15, табл. 2) толуол : этилцеллозольв : бутилацетат=1 : 1 : 1 (по объему) до вязкости 22—25 с по ВЗ-4 при 20 °С и наносили на подложки пневматическим распылителем КР-10. Покрытия отверждали при 130 °С в течение 30 мин (табл. 2).

Таблица 2

Номер композиции	Номер полиэфира по табл. 1	Полиэфир: К-421-02	Степень отверждения, %	Относительная твердость по М-3
1	2	80:20	95,0	0,71
2		70:30	95,2	0,85
3		60:40	96,0	0,88
4	5	80:20	Отлип	
5		70:30		
6		60:40		
7	6	80:20	93,2	0,27
8		70:30	94,0	0,42
9		60:40	93,6	0,50
10	7	80:20	94,5	0,31
11		70:30	94,6	0,34
12		60:40	94,5	0,49
13	8	80:20	94,6	0,73
14		70:30	98,0	0,83
15	9	80:20	95,5	0,70

Примечание. Прочность при ударе во всех случаях 50 кгс·см, прочность при изгибе 1 мм, у композиций 3 и 14—3 мм.

Меламино-полиэфирные композиции на основе образца полиэфира 5 (см. табл. 1) отверждаются при более высокой температуре или большей продолжительности в связи с меньшей функциональностью и разветвленностью полиэфира.

Из табл. 2 видно, что хорошими механическими показателями, а также устойчивостью внешнего вида покрытия к «перегреву» (60 мин при 130 °С и 30 мин при 150 °С) обладали покрытия на основе полиэфиров 2, 8 и 9. Эти образцы были дополнительно испытаны в композициях, пигментированных двуокисью титана марки РО-2 (0,2 вес. ч. от массы связующего). Весовое соотношение полиэфир: К-421-02 = 1,0 : 0,4. Эмали разбавляли до вязкости 22—24 с по ВЗ-4 при 20 °С смесью растворителей, состав которых приведен ранее, и наносили на стеклянные и металлические подложки аппликатором*, который позволял получать покрытия одинаковой толщины (≈40 мкм). Все покрытия имели прочность при ударе 50 кгс·см, при изгибе 1 мм, относительную твердость 0,72—0,74 и хорошую адгезию.

Для выявления влияния содержания карбоксильных групп в композиции на механические и декоративные свойства покрытий были синтезированы полиэфиры на основе ЭД-5, лауриновой и адипиновой кислот с различным молярным соотношением исходных компонентов (табл. 3).

Таблица 3

Номер образца	ЭД-5:ЛК:АК, моли	Кислотное число, мг КОН/г	Содержание гидроксильных групп, %
1	1,0:0,538:0,505	3,74	7,2
2	1,0:0,538:0,580	12,0	6,74
3	1,0:0,538:0,550	6,95	6,55

Полиэфиры типа 8 и 9 (см. табл. 1) были получены на основе дорогого и дефицитного сырья, поэтому композиции на их основе далее не исследовались. Для приготовления пигментированных TiO_2 композиций синтезированные полиэфиры были использованы в сочетании со смолами К-421-02 и УГМ-3 при весовом соотношении компонентов 1,0 : 0,4 для К-42-02 и 1,0 : 0,4 и 1,0 : 0,5 для УГМ-3 (в последних катализатором служила *п*-толуолсульфокислота в количестве 1%, так как УГМ-3 не содержит свободных метилольных групп). Все образцы покрытий имели приблизительно одинаковые показатели по прочности при ударе (50 кгс·см), изгибе (1 мм) и адгезии (во всех случаях хорошая); при дополнительной выдержке в течение 60 мин при 130 °С покрытия желтели незначительно.

Относительная твердость образцов несколько зависит от кислотного числа олигомерного полиэфира. Бóльшая относительная твердость у композиций на основе полиэфиров с повышенным содержанием карбоксильных групп (см. табл. 3). Образцы покрытий с относительной твердостью >0,5 были подвергнуты влажному облучению под лампой ПРК-2 в течение 6 ч при 50 °С, испытаниям в везерометре в течение 720 ч (17 мин орошение, 3 мин облучение) и во влажной камере (гидростат Г-4) при относительной влажности 100% и температуре 40 °С. После выдержки в везерометре в течение 720 ч образец на основе полиэфира 2 (см. табл. 3) и смолы К-421-02 едва заметно пожелтел, образец на основе полиэфира 3 (см. табл. 3) и той же смолы незначительно поматовел. Все образцы с использованием смолы УГМ-3 остались без изменений. При испытаниях во влажной камере и при влажном облучении оказалось, что меньше всего подверглись изменениям образцы покрытий на основе полиэфира 3 и смол К-421-02 и УГМ-3; эти же образцы обладают лучшими механическими показателями.

В результате проделанной работы был разработан технологический регламент и на опытных установках ГИПИ ЛКП выпущены три партии полиэфира.

Испытания, проведенные в ГИПИ ЛКП, показали, что синтезированные полиэфиры можно использовать в пигментированных композициях в сочетании с меламино-формальдегидными смолами К-421-03 и К-423-03 для окраски приборов. Полученные покрытия по качеству не уступают покрытиям на основе традиционных алкидно-меламиновых эмалей.

* Чупеев М. А., Клыгин В. Н., Чистов В. М., Иванов В. А., Федотов В. Н. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1969, № 5, с. 45—48.

УДК 667.61:678.674+678.652'737'21

О влиянии алкидной составляющей на адгезию и механические свойства алкидно-меламиновых покрытий

А. А. БЕРЛИН, Л. Д. ШАПОВАЛОВ, Т. С. СКРОДСКАЯ, С. Н. МОСКАЛЕВИЧ

(ИХФ АН СССР, Днепропетровский лакокрасочный завод им. М. В. Ломоносова)

Для защитно-декоративной отделки автомобилей и электробытовых машин широко применяют алкидно-меламиновые лакокрасочные материалы. В связи с возрастающим спросом на эмали светлых расцветок особое значение приобретают такие качества покрытий (Пк), как стойкость к пожелтению при повышенных температурах и эксплуатации в атмосферных условиях, которые определяются, в основном, типом алкидной составляющей. Улучшения этих свойств можно достичь путем исключения из рецептур алкидно-меламиновых эмалей связующих, содержащих двойные связи, особенно

сопряженные, способствующие пожелтению покрытий (ФК-42в, ФК-50в и др.) и замены их насыщенными полиэфирами. Так, алкидно-меламиновые эмали с использованием в качестве алкидной составляющей только смол, модифицированных СЖК, обладают высокой атмосферо-, светостойкостью и стойкостью к пожелтению [1].

Однако полиэфиры на основе СЖК не обеспечивают необходимой адгезии Пк [1, 2].

В связи с этим задачей описываемой работы являлось изучение факторов, влияющих на адгезию Пк на основе алкидно-меламиновых композиций, с целью изыскания возможности ее улучшения.

Поскольку при принятой технологии синтеза полиэфиров, модифицированных СЖК, в конечном продукте неизбежно наличие примесей небольших количеств СЖК, фталевого ангидрида, полиолов и гидроксилсодержащих низкомолекулярных компонентов, представляет интерес определение степени влияния каждого из них на адгезию Пк. Для этого к различным пробам одного и того же образца смолы ФК-42в были добавлены небольшие количества ундекановой кислоты, фталевого ангидрида, октилового спирта, 1,2-гликолей фракции C_8—C_{10}. Готовились композиции со смолой К-421-02 в соотношении 2 : 1 и определялась адгезия Пк (ГОСТ 15440—69) после отверждения в течение 1 ч при 120 °С:

	Величина отслаивающего усилия, гс/см
ФК-42в	530
ФК-42в + 1,5% ундекановой кислоты	180
ФК-42в + 1,5% фталевого ангидрида	380
ФК-42в + 3% октилового спирта	400
ФК-42в + 3% 1,2-диола фракции C_8—C_{10}	400

Видно, что наиболее резкое снижение адгезии Пк наблюдается при наличии в системе свободных одноосновных кислот, менее существенно влияние фталевого ангидрида, свободных гидроксилсодержащих компонентов и полиолов. Указанную закономерность, очевидно, следует связывать с хемосорбцией СЖК на поверхности подложки [3, с. 226]; это одна из причин очень низкой адгезии системы К-421-02 — ФСин-34 в сравнении с адгезией системы К-421-02 — ФК-42 в (120 гс/см вместо 530 гс/см).

С целью дальнейшего изучения факторов, влияющих на адгезию алкидно-меламиновых композиций, проверено влияние глубины отверждения системы на величину отслаивающего усилия. Результаты определения для алкидно-меламиновых композиций с различными серийными образцами смол ФК-42в и ФСин-34 показали, что на величину адгезии влияет «гибкость» Пк: чем выше твердость при 60 °С, т. е. чем больше глубина отверждения, тем ниже величина отслаивающего усилия*. Полученные данные приведены в табл. 1, соотношение алкидной составляющей и К-421-02 2 : 1. Если при твердости 0,11 (60 °С) адгезия композиции ФК-42в — К-421-02 достигает значения 530 гс/см, то при твердости 0,23 (60 °С) она падает за

Таблица 1

Алкидная составляющая	Вязкость 50%-ного раствора по ВЗ-4 при 20 °С, с	Кислотное число, мг КОН/г	Гидроксильное число, мг КОН/г	Твердость		Адгезия, гс/см
				20 °С	60 °С	
ФК-42в	186	4,4	90	0,50	0,11	530
ФК-42в	208	17	109	0,70	0,23	100
ФСин-34	196	18,4	84	0,70	0,20	80
ФСин-34	144	14	77	0,60	0,11	120

120 гс/см. Аналогичная, но менее резко выраженная закономерность справедлива и для системы К-421-02 — ФСин-34.

Для подтверждения влияния гибкости алкидно-меламиновых ПК на величину адгезии были испытаны композиции смолы К-421-02 с тремя насыщенными полиэфирами, модифицированными СЖК, в одном из которых в качестве полиола использован глицерин (ФСин-34), во втором — пентаэритрит (ПФСин-42) и в третьем часть фталевого ангидрида (10%) заменена адипиновой кислотой (АФСин-34). Соотношение алкид : К-421-02 выбраны 2 : 1 и 3 : 1. Данные по определению термопластичности и величины отслаивающего усилия указанных композиций приведены в табл. 2.

Таблица 2

Алкидная составляющая	Вязкость 50%-ного раствора по ВЗ-4	Кислотное число, мг КОН/г	2 : 1			3 : 1		
			Твердость		Адгезия, гс/см	Твердость		Адгезия, гс/см
			20 °С	60 °С		20 °С	60 °С	
ФСин-34	122	16,7	0,60	0,12	80	0,56	0,11	100
ПФСин-42	145	14,1	0,85	0,40	50	0,80	0,37	60
АФСин-34	131	16	0,60	0,16	220	0,45	0,10	280

Полученные результаты служат еще одним подтверждением влияния гибкости структуры на величину адгезии алкидно-меламиновых композиций, причем это влияние настолько сильно, что величина адгезии практически не зависит от соотношения алкидной и меламинной составляющей, а определяется структурой, в основном. гибкостью сегментов образующегося пространственно-сетчатого полимера и, как следствие, затруднением достижения наиболее выгодных положений относительно активных центров поверхности.

Таким образом, повышение адгезии и механических свойств алкидно-меламиновых Пк на основе насыщенных полиэфиров, модифицированных СЖК, возможно, во-первых, за счет сокращения до минимума содержания свободных СЖК, во-вторых, за счет увеличения гибкости молекул алкидной составляющей. Последнее реализуется путем замены части фталевого ангидрида алифатической дикарбоновой кислотой, а вопрос уменьшения содержания свободных СЖК решался путем изменения условий синтеза насыщенного полиэфира. Синтез проводили в две стадии — предварительная конденсация СЖК с глицерином до достижения кислотного числа 1—1,5 мг КОН/г и поликонденсация после загрузки фталевого ангидрида. В табл. 3 приведены сравнительные данные по адгезии и механическим

* Зависимость твердости Пк от температуры часто используется [4; 5, с. 317] для оценки «гибкости» полимера. Нами для оценки «гибкости» сегментов образующегося пространственно-сетчатого полимера принята косвенная характеристика — твердость при 60 °С.

свойствам алкидно-меламиновых композиций при использовании в качестве алкидной составляющей различных насыщенных полиэфиров на основе СЖК — обычной смолы ФСин-34 (1), этой же смолы, изготовленной двухстадийным методом (2), смол с заменой 10% фталевого ангидрида адипиновой кислотой, изготовленных одно- (3) и двухстадийным (4) методом.

Таблица 3

Алкидная составляющая	Вязкость 50%-ного раствора в ксилоле по ВЗ-4, с	Кислотное число, мг КОН/г	Гидроксильное число мг КОН/г	Твердость		Адгезия, гс/см	Прочность при ударе (У-1А), кгс·см	
				20 °С	60 °С		прямой	обратный
ФСин-34—(1)	122	16,7	84	0,59	0,12	80	50	10
ФСин-34—(2)	144	16,0	77	0,62	0,11	120	50	20
АФСин-34—(3)	131	20,0	126	0,62	0,16	220	50	50
АФСин-34—(4)	166	15,0	107	0,44	0,12	440	50	50

Полученные нами данные позволяют считать доказанным высказанное предположение о причинах низкой адгезии и механических свойств Пк на основе алкидно-меламиновых композиций с использованием в качестве алкидной составляющей насыщенных полиэфиров на основе СЖК и путях их повышения. А это дает возможность улучшения таких важных свойств Пк, как стойкость к пожелтению при повышенных температурах и эксплуатации в атмосферных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганзлик М., Млезива И. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1964, № 2, с. 15—21.
2. Беляева К. П., Бурас Т. И. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1967, № 3, с. 12—16.
3. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. М., «Химия», 1969. 319 с.
4. Раскин Я. Л., Эрман В. Ю., Беляева К. П., Берлин А. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1961, № 2, с. 21—26.
5. Берлин А. А., Кефели Т. Я., Королев Г. В. Полиэфиракрилаты. М., «Наука», 1967. 372 с.

УДК 678.643'42'5:66.062.539:.002.637

Влияние примесей в синтетическом эпихлоргидрине на качество эпоксидиановых смол

В. Г. ГАСАН-ЗАДЕ, В. И. ДАРАГА

(Завод органических продуктов имени 50-летия Октябрьской революции, Сумгаит)

Эпоксидиановые смолы, полученные с использованием эпихлоргидрина ЭХГ (синтезированного по отечественной технологии на заводе органических продуктов, г. Сумгаит), отвечая требованиям ГОСТ 1083—72, отличаются (табл. 1) по одному из важнейших показателей—динамической вязкости—от эпоксидиановых смол, полученных на эпихлоргидрине по разработке фирмы «Solvey» (г. Стерлитамак), или синтезированном из глицерина (г. Дарница).

Таблица 1

Марка смолы	Концентрация ЭХГ, %	Поставщик ЭХГ	Характеристика готовой смолы				
			Содержание эпоксидных групп, %	Содержание общего хлора, %	Приведенное содержание эпоксидных групп, %	Содержание летучих, %	Динамическая вязкость*, сП
ЭД-20	98,4	Сумгаит	21,25	0,76	22,8	0,5	13400
ЭД-16			17,1	0,4	17,9	0,5	17600
ЭД-20	98,8	Дарница	21,15	1,0	23,0	0,5	8979
ЭД-16			16,9	0,48	17,9	0,8	5300
ЭД-20	98,85	Фирма	21,72	0,83	23,2	0,5	11360
ЭД-16		Solvey	17,0	0,50	17,92	0,5	9500

* Для смол ЭД-20 и ЭД-22 вязкость определяется при 25 °С, ЭД-16 и ЭД-14 при 50 °С.

В табл. 2 приведена качественная и количественная характеристика примесей в эпихлоргидрине разных производств.

С целью выявления причин получения более вязких смол на синтетическом эпихлоргидрине Сумгаитского завода были проведены синтезы на предварительно очищенном эпихлоргидрине с добавлением различных примесей, обнаруженных в промышленных образцах и указанных в табл. 2.

Таблица 2

Компоненты	Фракционный состав эпилхлоргидрина, %		
	Сумгаит	Дарница	Фирма Solvey
Летучие	—	0,079	—
Хлористый аллил	0,037	—	—
Альдегиды	—	0,0985	—
Хлороформ	0,078	—	—
2,3-Дихлорпропен-1 (2,3-ДХП-1)	0,862	—	0,246
Эпихлоргидрин	98,4	98,8	98,85
Неизвестный	—	0,177	0,286
Трихлорпропан (ТХП)	0,398	—	0,112
Неизвестный	—	0,0985	0,287
α, γ-Дихлоргидрин (ДХГ)	0,225	0,492	0,237
β, γ-Дихлоргидрин (ДХГ)	—	0,256	—

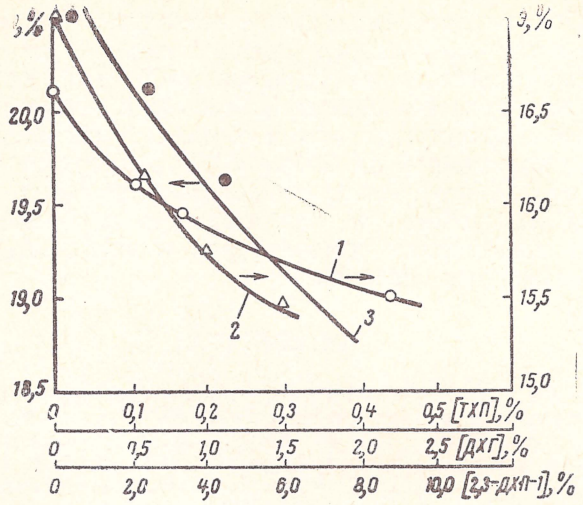


Рис. 1. Зависимость содержания эпоксидных групп (Э) в смоле (*1, 2* — ЭД-16; *3* — ЭД-20) от количества хлорорганических примесей в эпихлоргидрине:
1 — 2,3-ДХП-1; *2* — ДХГ глицерина; *3* — 1,2,3-ТХП.

Зависимость основных физико-химических характеристик смолы от природы и количества хлорорганических примесей, вводимых в эпихлоргидрин (рис. 1,2), свидетельствует об ухудшении качества синтезируемых смол с ростом содержания примесей

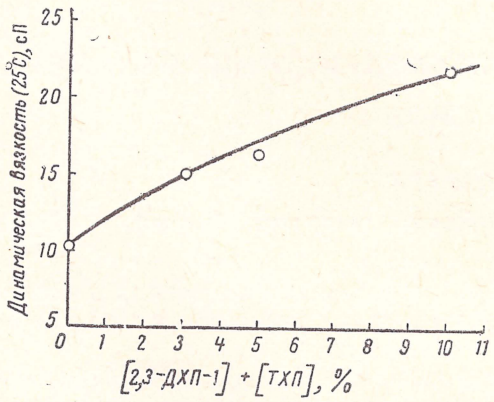


Рис. 2. Зависимость вязкости смолы типа ЭД-20 от совместного содержания ТХП и 2,3-ДХП-1 в эпихлоргидрине.

в сырье, что приводит к технологическим осложнениям в процессе синтеза смол. Простейшим объяснением ухудшения качества (уменьшение содержания эпоксидных групп) является, очевидно, природа исследуемых примесей, которые потребляют щелочь, предназначенную для дегидрохлорирования хлоргидриновых эфиров дифенилолпропана, вследствие чего наблюдается дефицит щелочи для завершения основной реакции смолообразования.

Наиболее характерные примеси в ЭХГ Сумгаитского завода — 2,3-ДХП-1, 1,2,3-ТХП и ДХГ глицерина, две первых преобладают, в связи с чем было исследовано влияние именно этих примесей на вязкость синтезируемых эпоксидиановых смол и увеличение ее с ростом их содержания в сырье — эпихлоргидрине. Рост вязкости объясняется возможностью протекания процесса полимеризации по двойной связи в присутствии щелочи и при повышенной температуре.

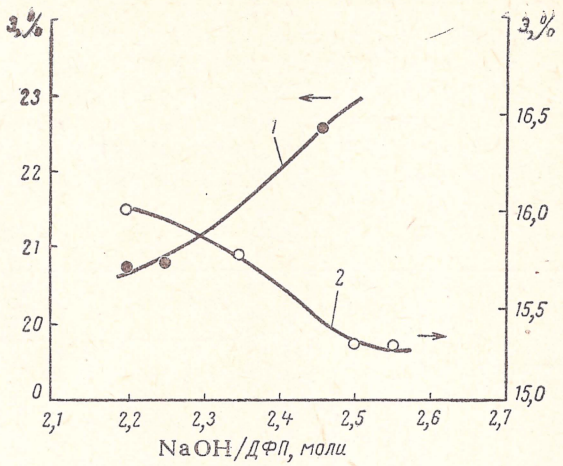


Рис. 3. Зависимость содержания эпоксидных групп (Э) от количества вводимой при дегидрохлорировании щелочи:
1 — ЭД-20, ЭД-22; *2* — ЭД-16, ЭД-14.

Попытка получить высококачественные смолы на эпихлоргидрине, содержащем вышеуказанные примеси, увеличением расчетного избытка щелочи привела в случае смол типа ЭД-20 и ЭД-22 к улучшению, а для смол типа ЭД-14 и ЭД-16 — к ухудшению основных физико-химических характеристик (рис. 3). Неидентичное влияние избытка щелочи в процессе дегидрохлорирования хлоргидриновых эфиров связано с тем фактором, что синтез смол типа ЭД-20 и ЭД-22 проводится в значительном избытке эпихлоргидрина, что существенно сглаживает влияние его на качество эпоксидиановой смолы. В случае же смол типа ЭД-16 и ЭД-14 применяемый избыток щелочи, очевидно, не только реагирует с примесями в эпихлоргидрине, но, благодаря высокой концентрации глицидных групп, и с глицидиловыми эфирами дифенилолпропана, что и вызывает изменение физико-химических характеристик готовой смолы.

Как показали результаты исследования, допустимое содержание примеси ТХП+2,3-ДХП-1 в синтетическом ЭХГ не должно превышать 1,5 вес. %. Дальнейшее увеличение содержания этих примесей приводит к необратимому ухудшению физико-химических характеристик смол и появлению в них при длительном хранении желеобразного полимерного сгустка белого цвета.

УДК 667.622.117.22:667.63

Применение железной слюдки в лакокрасочных материалах

М. А. ШТЕРН, А. Н. ЦИБИЗОВ
(Ленфилиал ГИПИ ЛКП, НИИКМА)

Изготовители антикоррозионных красок во многих странах за последнее время проявляют повышенный интерес к железной слюдке. Это не новый пигмент, уже более 100 лет в Европе ответственные металлические конструкции защищаются от атмосферных воздействий красками, содержащими железную слюдку [1—3, 9].

На основании накопленного опыта пересмотрены рецептуры многих красок и во многие включена железная слюдка. Отмечается [1], что Transokean Morine Paint Association (Голландия) строит линию по выпуску красок на железной слюдке для толстослойных покрытий (Пк) судовых и промышленных объектов.

Состав и свойства железной слюдки. Железная слюдка — это природная руда, представляющая собой почти чистую окись железа, отличающуюся уникальной пластинчатой структурой, сходной со слюдой. Это серый с зеркальным отражением материал, не растворим в кипящих разбавленных кислотах, не реагирует со щелочами, сернистым газом, хлористым натрием и др.

Железная слюдка устойчива до 600 °С и даже при 1000 °С потери в массе составляют только 0,6% [3].

Химический состав (%) австрийского образца железной слюдки следующий [1]: Fe_2O_3—95,00, SiO_2—3,7, Al_2O_3—0,47; CaO—0,18, MgO—0,19, H_2O (105 °С)—0,2, водорастворимые соли — 0,78; pH—7,7, плотность — 4,9.

В процессе обогащения железных руд получаются серые кристаллические порошки, частицы которых распределяются по размерам следующим образом: 5—60 мкм — 60%, 60—75 мкм — 15%; 75—90 мкм — 15%, 90—100 мкм — 10%.

Именно в таком виде железная слюдка и используется в красках. При более тонком измельчении она приобретает темно-красный цвет и из пластинчатой становится аморфной [3, 5]. Широкий диапазон размеров частиц железной слюдки положительно сказывается на чистоте цвета Пк, плотности упаковки, а это в свою очередь повышает КОКП (для антикоррозионных красок ≈43%) и соответственно приводит к улучшению прочности и защитных свойств пленки (низкая проницаемость, стойкость к образованию пузырей и трещин и др.).

При исследовании влияния ОКП с различной формой частиц — пластинчатой, сферической и близкой к сферической — на защитные свойства Пк установлено, что форма частиц является весьма существенным фактором и предпочтение следует отдать пластинчатым пигментам, а из них железной слюдке, хотя ее частицы значительно больше и толще, чем например, алюминиевой пудры: железная слюдка <10 мкм ≈10%, <20 мкм ≈44% и <30 мкм ≈66%, а алюминиевая пудра соответственно ≈66%, ≈90% и 100%; средняя толщина пластинок 4,7 и 2,6 мкм [4].

Благодаря пластинчатой структуре и исключительно низкому содержанию водорастворимых солей железная слюдка широко и успешно используется в грунтовках и красках для наружных Пк. Непроницаемость покрытия обусловливается тем, что пластинки пигмента располагаются горизонтально, в нахлестку и длина пути диффундирующей к подложке жидкости значительно больше, чем у равных по толщине покрытий с зернистыми пигментами. Кроме того, пластинки пигмента, располагающиеся параллельно подложке, образуют относительно инертный слой, защищающий основную массу связующего от разрушения, а это в свою очередь обеспечивает стойкость Пк к отслаиванию, шелушению, растрескиванию, образованию пузырей даже при большом перепаде температур. Пк на основе длинных и очень тонких чешуек железной слюдки значительно устойчивее, чем на трехмерных (зернистых) пигментах. При разрушении поверхностного слоя Пк отдельные зерна выпадают из пленки, вызывая быструю эрозию и разрушение всего защитного слоя, несмотря на высокие первоначальные антикоррозионные свойства ингибирующего грунта.

Применение железной слюдки. Имеются указания [1, 3, 5], что мосты, башни электропередач, газгольдеры, нефтяные танкеры, окрашенные красками на железной слюдке, не требовали обновления в течение 15—20 лет при их эксплуатации в морской и прибрежной атмосфере с резкими перепадами температур. Такие же сроки службы Пк приводятся для объектов, эксплуатирующихся в атмосфере (SO_2, SO_3, CH_3COOH и др.) химических заводов. Пк, защищавшие стальные конструкции от корродирующих газов коксовых печей и очень высоких температур, простояли более пяти лет.

Железная слюдка в чистом виде и в смеси с другими пигментами используется в автомобильных Пк, наносимых электроосаждением.

Особым преимуществом (в качестве нетоксичного пигмента) пользуется железная слюдка Miax «316» для внутренних промышленных Пк, в частности на предприятиях сахарной, пивоваренной, молочной и других отраслей пищевой промышленности [11].

В Японии [12] получена синтетическая железная слюдка (пластинчатый гематит), названная SMIO, являющаяся чистой Fe_2O_3. Длина и толщина чешуек 0,8—50 мкм и 0,2—2,0 мкм соответственно; по своим свойствам SMIO аналогична природной слюдке и рекомендуется для термостойких Пк и для защиты стальных конструкций.

Блестящие пластинки железной слюдки, отражая ультрафиолетовые лучи, значительно снижают их отрицательное влияние на Пк. Из пластинчатых пигментов ни один не имеет в этом отношении больших преимуществ, чем железная слюдка. Кроме того, железная слюдка, обладая некоторыми маг-

нитными свойствами, притягивается к стальной подложке и таким образом увеличивает прочность связи Пк с подложкой [1, 14].

Исключительно низкое содержание водорастворимых солей в железной слюдке позволяет наносить Пк на ее основе электроосаждением и производить мокрое шлифование без нарушения пластинчатой структуры Пк.

Благодаря перечисленным свойствам железной слюдки, краски на ее основе относятся к «армирующим», а Пк — к «барьерным». Однако ни в коей мере не следует считать, что уникальность железной слюдки придает связующему какие-либо новые свойства: слюдка только укрепляет пленку, если она правильно располагается в покрытии и скреплена соответствующим связующим.

Железная слюдка входит в состав грунтовок, но ее защитные свойства особенно проявляются в покрывных красках, где ее содержание составляет 65—70% от пигментной части [1, 3, 5]. Bayliss и др. [4, 8], детализируя требования к краскам для электропередач, указывают, что Пк, состоящие из цинкхроматного грунта, перекрытого одним слоем черной и одним слоем серой краски на железной слюдке, после 10—12 лет нуждались только в перекраске верхнего слоя. В условиях тропиков Пк, состоящее из грунта на свинцовом сурике и краски на железной слюдке, сохраняется не менее пяти лет [5]. Отмечается [13] удовлетворительное состояние двухслойного Пк на железной слюдке, нанесенного по стали без ингибирующего грунта, после 15 лет службы.

Небольшая добавка чешуйчатого алюминия в краски на железной слюдке обеспечивает Пк серебристый оттенок и еще большую стойкость к действию солевого тумана [1, 3].

Краски на железной слюдке не требуют тщательной подготовки поверхности, что очень важно, например, при окраске судов, в то время как адгезия Пк на сферических и других типах пигментов прямо пропорциональна степени подготовки поверхности.

Большим преимуществом красок на железной слюдке является то, что их можно наносить толстым слоем распылением. При этом частицы пигмента ложатся, перекрывая друг друга, и таким образом полностью проявляют свою защитную способность, в то время как срезы красочной пленки на других чешуйчатых пигментах, нанесенных толстым слоем распылением, часто обнаруживают беспорядочную ориентацию и гетерогенное распределение частиц в пленке. Полагают, что это объясняется толщиной чешуек, их массой, плотностью, размером [1].

Показано [1; 6, с. 76; 7], что на ответственных стальных конструкциях удовлетворительную защиту обеспечивают Пк толщиной не менее 127 мкм. С железной слюдкой такое Пк можно получить при нанесении 3 слоев вместо 7—10 на других пигментах.

Рекомендуется [1] следующая рецептура тиксотропной краски, позволяющая получить Пк толщиной 127 мкм (%): аллопрен 10—20, перохлор 70—13,2, перохлор 42—6,7, железная слюдка — 27,8, модифицированное гидрогенизированное касторовое масло (тиксатрол) — 2,2, ксилол — 30,1.

Сперва готовят основу (аллопрен+перохлор 70+ +ксилол), а затем в ней диспергируют слюдку с помощью скоростной мешалки (1500 об/мин). К суспензии добавляют подогретую смесь перохлора 42 с тиксатролом. Покрытие имеет особую стойкость к коррозии и исключительную термостойкость (выше 1000 °С). Толщина сухой пленки в труднодоступных местах (края, щели, углы и др.) достигает 152—203 мкм.

Для обеспечения оптимальной защиты рекомендуются [3, 5] многослойные системы: 1) грунт на мелкодисперсных ингибирующих коррозию пигментах; 2) промежуточные и покрывные слои, пигментированные железной слюдкой с добавкой чешуйчатых порошков алюминия или стали.

Агрегативная устойчивость красок на железной слюдке достигается с помощью тиксотропных добавок.

Железная слюдка является инертным пигментом, поэтому ее можно использовать в рецептурах с виниловыми, фенольными, алкидными, пентаэритритовыми, эпоксидными, уретановыми, хлоркаучуковыми и акриловыми связующими.

Ниже приведены следующие типовые рецептуры, успешно используемые в последнее время.

Грунтовка: цинковый крон — 45,36, железная слюдка — 226,8, стеарат Al — 1,81, бентон 38 — 0,91, асбестин — 45,36, средний алкид — 231,33, уайт-спирит — 54,43, ксилол — 9,07, метиловый спирт — 0,45, соевый лецитин — 0,91, кобальтовый сиккатив 6% — 0,91, свинцовый сиккатив 24% — 2,27, марганцевый сиккатив 6% — 0.91, добавка для предотвращения образования пленки в таре — 0,45, содержание твердого вещества 71%.

Промежуточный слой: железная слюдка — 55—60, каолин 3—5, листующаяся алюминиевая пудра — 0,5—0,75, вареное льняное масло — 6, полимеризованное масло (15 П) — 8—10, лак средней жирности (смесь) — 4—6, сиккативы — 4—6; уайт-спирит — 4—6, ПАВ — 0,4 (макс); смешение производится в скоростной (1500 об/мин) мешалке.

Покрывной слой: железная слюдка — 60—65, листующаяся алюминиевая пудра — 2,5, стеарат Al — 0,5, вареное льняное масло — 6—7, полимеризованное масло — 8—10, лак средней жирности — 4—6, сиккативы — 5—8, уайт-спирит — 2—4, ПАВ — 0,4 (макс.).

Краски изготовляются в вертикальных скоростных мешалках (1500 об/мин) в течение 1 ч. Продолжительность сушки (до последующего перекрытия) 8—10 ч.

Большое значение имеют тщательность и правильность нанесения [1, 3, 5]: при нанесении их кистью не следует ею сильно нажимать, чтобы не нарушить горизонтальное расположение частиц. Из тех же соображений при распылении краски ее следует наносить как можно более равномерным и толстым слоем.

Железная слюдка может явиться весьма серьезным конкурентом всех известных антикоррозионных пигментов, так как ее стоимость в 4 и 7 раз меньше стоимости алюминия и стали соответственно. Экономическая эффективность от использования железной слюдки станет еще более очевидной, если учесть не только длительный срок службы Пк, но и то, что

Таблица 1

Размер зерен, мм	Выход фракций, вес. %		Размер зерен, мм	Выход фракций, вес. %	
	Лебединское месторождение	Чернянское месторождение		Лебединское месторождение	Чернянское месторождение
0,16—0,10	0,51	3,40	0,03—0,02	9,19	15,04
0,10—0,071	14,66	13,47	0,02—0,015	0,70	0,58
0,071—0,05	36,69	21,26	0,015—0,01	0,45	9,43
0,05—0,03	37,79	30,15	0,010—0,005	0,01	6,67
				100	100

стоимость самой краски составляет лишь 6—20% от общих расходов при ремонтной окраске.

Внимание исследователей должно быть направлено на разработку лакокрасочных систем, сочетающих химическую активность ингибирующих пигментов и барьерные свойства железной слюдки.

Мономинеральных промышленных запасов железной слюдки в Советском Союзе пока не обнаружено. Однако гигантские скопления этого минерала в ассоциации с магнетитом имеют место в железорудных месторождениях, связанных с докембрийскими железисто-кремнистыми формациями. Примером может служить Курская магнитная аномалия (КМА).

В строении железисто-кремнистых формаций докембрия на КМА железистые кварциты железнослюдко-магнетитового состава образуют самостоятельные литологические горизонты мощностью от нескольких метров до сотен метров. Доля железнослюдко-магнетитовых железистых кварцитов в составе железисто-кремнистых формаций изменяется от 10—12% (Лебединское месторождение) до 85 и более процентов (Михайловское месторождение).

Содержание железной слюдки в железистых кварцитах этого типа находится в пределах 10—17%. Железная слюдка присутствует в них в виде чешуек размером по длинной оси от 0,16 до 0,005 мм и менее. Характерное соотношение длины, ширины и толщины чешуек — 10 : 5 : 1. Гранулометрический состав железной слюдки в железистых кварцитах Старооскольского района приведен в табл. 1. Для Михайловского рудного района характерна более тонкая вкрапленность железной слюдки: фракций крупнее 0,05 мм не >10%, 0,05—0,01 мм 75% и менее 0,01 мм 15%.

В богатых рудах коры выветривания железистых кварцитов концентрация железной слюдки возрастает в 2—2,5 раза (по сравнению с железистыми кварцитами), гранулометрический же состав ее существенно не изменяется. В НИИКМА проведена серия лабораторных опытов по получению железнослюдкового концентрата из железистых кварцитов и из богатых железных руд. Получить сколько-нибудь чистый концентрат железной слюдки из рыхлых железнослюдко-мартитовых руд до сих пор не удалось никаким способом. Но опыты с железистыми кварцитами оказались успешными. Наилучшие результаты получаются при обработке хвостов магнитной сепарации железистых кварцитов Старооскольского рудного района комбинированным гравитационно-магнитным способом с предварительным распределением хвостов на классы по крупности.

Таблица 2

Образец	Содержание важнейших компонентов, вес. %			Гранулометрический состав	
	F_2O_3	FeO	SiO_2 (своб)	мкм	вес. %
1	96,73	1,07	1,65	<50	50,0
2	93,26	1,38	2,95	50—63	18,4
3	92,78	0,82	3,81	63—100	30,0
4	81,87	2,80	4,56	>100	1,96

Характеристика концентрата, полученного из хвостов магнитной сепарации железистых кварцитов Коробковского месторождения, приведена в табл. 2.

Эти данные свидетельствуют о реальной возможности получения железнослюдкового концентрата высокой чистоты с примесью кварца не выше, чем в лучших австрийских сортах железной слюдки.

Имеются хорошие предпосылки для применения с этой целью полиградиентной магнитной сепарации на шариковых фильтр-сепараторах. Опыты в этом направлении ведутся.

В настоящее время обогатительной фабрикой шахты имени Губкина ежегодно выбрасывается в хвостохранилище свыше 120 тыс. т железной слюдки с удовлетворительной степенью раскрытия зерен и вполне извлекаемой. В дальнейшем, по мере ввода новых мощностей, в Старооскольском рудном районе количество выбрасываемой в хвостохранилище железной слюдки будет возрастать. Как видно из вышеприведенных данных, хвостохранилища горнообогатительных комбинатов Старооскольского рудного района могут стать надежной сырьевой базой промышленного производства железной слюдки для нужд лакокрасочной промышленности.

Из приведенного литературного материала и характеристики отечественного образца можно заключить, что разработка лакокрасочных материалов на базе железной слюдки (учитывая ее уникальные свойства и дешевизну) представляет несомненный интерес и является актуальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nassberg B. Am. Paint J., 1970, v. 54, № 53, p. 68—81.
2. Am. Paint J., 1972, v. 56, № 32. p. 36.
3. Fancutt F. Paint Manuf., 1965, v. 35, № 12, p. 43.
4. Offic. Digest, 1964, v. 36, № 170, p. 268—285.
5. Maass N. Deutsche Farben-Z., 1972, Bd. 26, № 8, S. 405.
6. Hundson J., Fancutt E. Protective Painting of Structural Steel. Chapman & Hall, 1957.
7. Hundson J., Fancutt E. Paint Technol., 1948, v. 13, № 146, p. 49.
8. Bayliss D. Paint Oil Colour, 1962, № 142, p. 1493.
9. Kirch J. Korr. Met., 1927, № 3, S. 227.
10. Evans U. Metallic corrosion, passiviti and protection. Arnold London, 1943. 643 p.
11. Paint Varn. Prod., 1972, v. 62, № 4, p. 57.
12. Paint Manuf., 1971, v. 41, № 10, p. 35.
13. Hudson I. J. Iron Steel Inst., 1951, v. 169, № 2, p. 153.
14. Rabaté H. Peint Pigment Vernis, 1971, № 7, p. 375—377.

УДК 667.6:678.764.43:519.2

Выбор оптимальной композиции материала на основе модифицированного сополимера БМК-5 методом математического планирования эксперимента

Н. А. НЕЧИПОРЕНКО, М. А. ГОЛЬДБЕРГ, Е. И. ГУРЕВИЧ

(Филиал ВНИИ комплексных проблем полиграфии, Киев)

Модифицированный сополимер бутилметакрилата и метакриловой кислоты БМК-5 находит применение в качестве пленкообразующей основы лакокрасочных материалов [1—3]. В качестве модифицирующих добавок нами были выбраны эпоксидные смолы ЭД-20 (б. ЭД-5) и ЭДЛ и полиалюмофенилсилоксан (лак КО-810), обеспечивающие высокую водостойкость пленок. Состав лаковых композиций (вес. ч.) представлен в табл. 1.

Таблица 1

Компоненты	Номера композиций			
	1 или *A*	2 или *B*	3 или *C*	4 или *D*
Сополимер БМК-5	10,0	8,0	7,5	7,5
Лак КО-810	—	2,0	2,0	—
Смола ЭД-20	—	—	0,5	—
Смола ЭДЛ	—	—	—	2,5
Этилцеллозольв	45	45	45	45
Бутилацетат	45	45	45	45

Целью описываемой работы являлся выбор композиции, характеризующейся наилучшими адгезионно-механическими свойствами; при этом учитывались температура и время пленкообразования.

Количественный состав композиций определялся, исходя из требуемых технологических свойств при нанесении его на листовой металл валковыми лакировальными машинами. Методика оценки механических и адгезионных свойств лаковых пленок описана в работах [4, 5]. Нанесение пленок на постоянную подложку (белую жесть горячего лужения) и временную (стекло, препарированное декстрином) осуществляли с помощью центрифуги [6]. Оценку величины адгезии производили после 2 ч стерилизации образцов в воде по режиму: 120 °С, 2 ат.

В качестве плана при изучении адгезии использован квадрат Юдена [7, с. 101—104], представленный в табл. 2. Там же приведены и результаты эксперимента, причем кодированная переменная вычислена по формуле $y_{ijk}=\tau_a-40$ (где τ_a — среднее из трех измерений значение адгезии после стерилизации, кгс/см²). Общее количество опытов $N=12\times3=36$.

Таблица 2

План и результаты эксперимента при изучении адгезии

Время, мин	Температура, °С		
	160	180	200
1	A −19	B −8	C −8
15	D +18	A −3	B 0
45	B −1	C +7	D +44
75	C +7	D +36	A +17

Используя математическую модель эксперимента y_{ijk} (приведена в работе [7]), провели дисперсионный анализ, из которого можно сделать вывод, что изменение условий сушки (времени и температуры) для получения высокой адгезии после стерилизации менее эффективно, чем изменение композиции.

Чтобы ответить на вопрос, какой вариант композиции наиболее эффективен, использован множественный ранговый критерий Дункана [7]. Анализ показал (рис. 1) наибольшую значимую разность между композицией *D* и всеми остальными.

При нанесении лаковой композиции на листовой металл валковыми лакировальными машинами наряду с адгезией большое значение приобретают механические свойства лаковой пленки (предел прочности σ_p и предельное относительное удлинение ε_p), так как пленка должна выдерживать деформации подложки при обьемной штамповке. Композиция *C* была исключена из эксперимента вследствие высокой хрупкости свободных пленок. Это позволило использовать латинские квадраты 3×3 (уровни изменения времени: 5,45 и 75 мин, все остальные факторы на тех же уровнях).

Результаты дисперсионного анализа экспериментов по изучению ε_p, σ_p (за недостатком места таблицы не приводятся) показывают следующее. Несмотря на обнаруженное влияние условий сушки (времени и температуры) на механические свойства, наибольшее воздействие оказывает состав композиции. При использовании критерия Дункана выявлено, что по значению σ_p все композиции одинаковы, а по значению ε_p *D* лучше *B*, а *B* лучше *A*. Таким образом, оптимальной является композиция *D*.

Следующим этапом работы было изучение влияния условий пленкообразования на адгезионно-механические свойства композиции *D*. С этой целью был поставлен полный факторный эксперимент типа 2^2. В качестве параметров оптимизации приняты

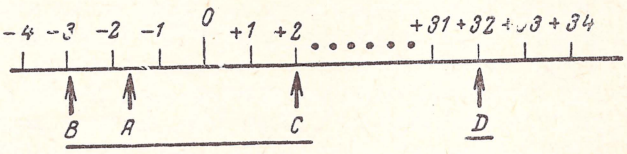


Рис. 1. Применение множественного рангового критерия Дункана для анализа влияния вида композиции при изучении адгезии.

y_1 — $\tau_а$; y_2 — $\sigma_р$; y_3 — $\varepsilon_р$. В табл. 3 показаны уровни изменения факторов.

Таблица 3

Уровни факторов

Параметры		Для $\tau_а$			Для $\sigma_р$ и $\varepsilon_р$		
		−1	0	+1	−1	0	+1
Температура, °С	X_1	160	180	200	160	180	200
Время t, мин	X_2	1	38	75	5	40	75

Анализ результатов позволил получить уравнения регрессии, которые (при переходе к именованным величинам) имеют вид:

$$\tau_а = 0{,}293T - 0{,}676t + 0{,}0064Tt + 11{,}68$$
$$\sigma_р = 1{,}1911T - 1{,}9714t + 0{,}0218Tt - 54{,}14$$
$$\varepsilon_р = 0{,}4286t - 0{,}4196T - 0{,}0061Tt + 153$$

Вначале была построена линейная модель, оказавшаяся неадекватной. Поэтому в рассмотрение включены эффекты взаимодействий. Это привело к тому, что не осталось степеней свободы для проверки гипотезы адекватности. Тогда использовали то обстоятельство, что свободный член b_0 есть совместная оценка, т. е. элементы матрицы независимых переменных для квадратичных членов тождественно равны элементам столбца для свободного члена [8, с. 147]. Был поставлен дополнительный эксперимент в центре планирования y_0, затем произведена статистическая оценка разности $b_0 - y_0$, которая оказалась незначимой. Таким образом, проверка адекватности моделей показала, что они могут быть приняты с 95%-ной вероятностью.

Чтобы получить наглядное представление о геометрическом образе изучаемых функций отклика, провели преобразование в каноническую форму:

$$y_{\tau_а} = 42{,}63 + 0{,}0064\ Tt; \quad y_{\sigma_р} = 53{,}57 + 0{,}0218\ Tt;$$
$$y_{\varepsilon_р} = 123{,}53 - 0{,}0061\ Tt.$$

Для поиска оптимальных условий пленкообразования проведен анализ двумерных сечений. После подстановки различных значений в уравнения построены графики контурных кривых — гипербол, линий равной адгезии, предела прочности и относительного удлинения, которые представлены на рис. 2. Графики позволяют определить различные условия, при которых возможно получить заданные значения $\tau_а$, $\sigma_р$ и $\varepsilon_р$.

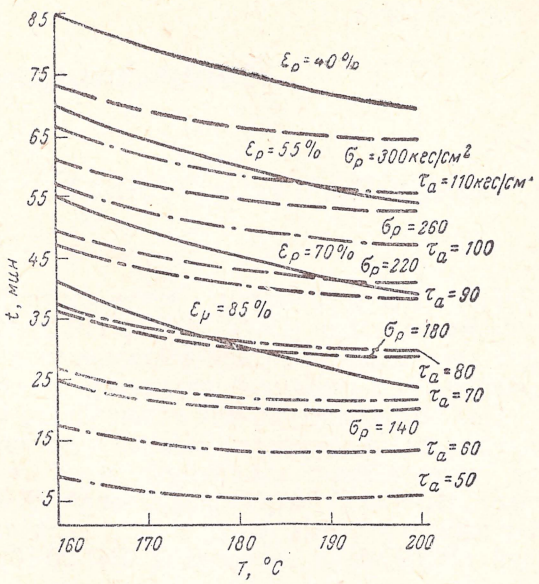


Рис. 2. График выбора режимов сушки, исходя из заданных свойств покрытий.

Таким образом, на основе проведенной работы рекомендуются графики, при помощи которых можно выбрать заданные оптимальные условия пленкообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денкер И. И. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1964, № 4, с. 50—53.
2. Пат. США 2956044, 1960.
3. Гуревич Е. И., Карпиловский П. Э., Нечипоренко Н. А. Авт. свид. 279054. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1970, № 26, с. 103.
4. Попрядухин П. А., Нечипоренко Н. А., Рабинович С. М. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1968, № 3, с. 64—68.
5. Нечипоренко Н. А. Коллоид. ж., 1972, т. 34, № 3, с. 366—368.
6. Нечипоренко Н. А., Гуревич Е. И., Рабинович М. С. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 5, с. 56—57.
7. Хикс И. Р. Основные принципы планирования эксперимента. Пер. с англ. М., «Мир», 1967. 406 с.
8. Налимов В. В. Теория эксперимента. М., «Наука», 1971. 207 с.

УДК 678.674:667.638.43

Полиэфирная шпатлевка ПЭ-00-44

(Краткое сообщение)

З. В. СКАЧИНСКАЯ, Н. М. ГОЛЬДА, В. Г. МАКСИМОВА, Н. Г. ВИННИКОВА, Л. Н. ОРЛОВА
(ГИПИ ЛКП)

В ГИПИ ЛКП разработана новая полиэфирная шпатлевка марки ПЭ-00-44 (ВТУ НЧ 34-12—72), которая предназначается для выравнивания глубоких раковин и неровностей чугунного и стального литья. Она рекомендуется для сплошного и местного шпатлевания поверхности станков и других изделий из чугуна и стали взамен шпатлевок на пентафталевой (ПФ-00-2), перхлорвиниловой (ХВ-00-5), нитроцеллюлозной (НЦ-00-7 и др.), алкидно-стирольной (МС-00-6) и эпоксидной (ЭП-00-10) основах.

Шпатлевка выпускается в виде двух компонентов — полуфабриката шпатлевки и инициатора полимеризации. Первый представляет собой пастообразную массу от белого до светло-серого цвета, состоящую из раствора полиэфирной смолы в эфире ТГМ-3, ускорителя № 25 (раствора нафтената кобальта в толуоле), наполнителей, пигмента, тиксотропной добавки и пластификатора. Непосредственно перед нанесением в полуфабрикат вводится инициатор полимеризации — гидроперекись изопропилбензола (МРТУ 38-2-5—66) в количестве 3 вес. ч. на 100 вес. ч. полуфабриката шпатлевки. После смешения компонентов состав сохраняет свои малярные свойства не менее 3 ч при 20—25 °С.

Шпатлевка не содержит растворителей, чем выгодно отличается от известных серийных — ее можно наносить более толстым слоем. Усадка шпатлевки при отверждении очень незначительна.

ПЭ-00-44 наносится шпателем одним слоем толщиной 1,5 мм или несколькими последовательными слоями методом «сырой по сырому», т. е. по недосушенному предыдущему слою через 5—10 мин. Это позволяет производить за одну операцию заделку глубоких раковин и значительных дефектов поверхности.

Шпатлевку наносят непосредственно по металлу или по поверхности, загрунтованной алкидным (ГФ-020) или фенольным (ФЛ-03-К и др.) грунтами. Она имеет хорошие малярные свойства — не сворачивается под шпателем, не стекает с вертикальных поверхностей.

Продолжительность высыхания слоя шпатлевки при 20—25 °С не более 24 ч, при 60 °С — 1,5 ч. Снижение температуры ниже 20°С недопустимо, так как ведет к значительному замедлению высыхания и ухудшению физико-механических свойств пленки. Поверхность после высыхания однородная, без трещин, пузырей, без включений грубых частиц пигмента и наполнителей; она удовлетворительно шлифуется шкурками при сухом и мокром шлифовании вручную и механизированным инструментом. Шлифование мокрым способом производится с водой или уайт-спиритом. Прочность при ударе не менее 30 кгс·см (при толщине 1,5 мм).

После шлифования на шпатлевку могут наноситься нитроцеллюлозные (НЦ-246, НЦ-132 и др.), алкидные (ПФ-115 и др.), перхлорвиниловые (ХВ-238 и др.) эмали, а также серийные шпатлевки НЦ-00-8, ХВ-00-5, ПФ-00-2 и др. Адгезия всех этих материалов к ПЭ 00-44 хорошая.

Нитрошпатлевки можно наносить по недосушенному слою ПЭ-00-44 (через 5—6 ч выдержки при 20—25 °С) как при сплошном, так и местном шпатлевании.

Шпатлевка устойчива к низким температурам, а также выдерживает перепад температур от + 60 до — 40 °С.

Применение полиэфирной шпатлевки ПЭ-00-44 дает возможность снизить трудоемкость подготовки поверхности под окраску ввиду сокращения количества наносимых слоев с 4—5 до 1—2 и улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Ориентировочный технико-экономический эффект от применения шпатлевки ПЭ-00-44 в станкостроении составит 272 руб. на 1 тонну.

Шпатлевка в настоящее время выпускается Опытным заводом ГИПИ ЛКП; транспортирование и хранение производятся в соответствии с инструкцией, разработанной институтом.

Применение лакокрасочных материалов

УДК 667.644.3:678.0266.37

Свойства покрытий из водоразбавляемых лакокрасочных материалов в зависимости от метода нанесения

В. А. СПАСОВ, И. А. КРЫЛОВА, Р. В. ИСАКИНА, Ю. П. КВАСНИКОВ

(НПО «Лакокраспокрытие», Ярославский политехнический институт)

Химические превращения, которые протекают в процессе формирования покрытий (Пк) из водорастворимых карбоксилсодержащих пленкообразователей, нанесенных на подложку обычными способами (распылением, окунанием, наливом), подробно изучены на разных системах [1—3]. Установлено, что необходимым условием для потери растворимости в воде пленкообразователя (на подложке) является разложение его аммонийных солей и регенерация карбоксильных групп, участвующих впоследствии в реакциях термоотверждения.

При формировании Пк методом электроосаждения выделение полимерного осадка на аноде происходит в результате потери растворимости пленкообразователя в прианодном пространстве при взаимодействии его карбоксильных анионов с водородными или металлическими ионами*. Интересным фактом является то, что электроосажденные Пк в ряде случаев (когда осаждение на аноде происходит по механизму образования кислотной формы пленкообразователя) обладают лучшими коррозионно-защитными свойствами, чем Пк, полученные другими способами окраски [6—12]. Есть, правда, сведения [13, 14] о том, что наличие в электроосажденной пленке продуктов анодного растворения снижает защитные свойства Пк. Однако этот вывод сделан не на основании сравнения свойств «однотипных» покрытий, т. е. полученных из водных систем, но разными методами: сравнивались водоразбавляемые материалы, нанесенные электроосаждением, и материалы, разведенные органическими растворителями и нанесенные традиционными методами.

До последнего времени считали [15], что преимущество Пк, наносимых электроосаждением, ограничивается равномерностью пленки. По нашему мнению, равномерность — не единственная причина улучшения ее свойств: они являются следствием особенностей формирования Пк.

Цель описываемой работы состояла в изучении процесса формирования Пк из водорастворимого акрилового пленкообразователя — сополимера бутилакрилата (БА), метакриловой кислоты (МАК) и N-метилолметакриламида (N-ММАА) при нанесении на стальную подложку электроосаждением и наливом*. Пригодность исследуемого полиакрилата для электроосаждения и оптимальный режим нанесения были установлены ранее [16]. Как было показано ранее одним из авторов [17], отверждение полимерной пленки исследуемого полиакрилата происходит при 170 °С в течение 30 мин в результате количественного протекания следующих основных реакций между функциональными группами (после предварительного разложения солей азотистых оснований и регенерации карбоксильных групп):

$$\text{Полимер—COOH} + \text{HOCH}_2\text{—полимер}' \xrightarrow{t^\circ} \text{полимер—COOCH}_2\text{—полимер}' + \text{H}_2\text{O} \quad (1)$$

$$\text{Полимер—CH}_2\text{OH} + \text{HOCH}_2\text{—полимер}' \xrightarrow{t^\circ} \text{полимер—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—полимер}' + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$$

$$\text{Полимер—CH}_2\text{OH} + \text{HOCH}_2\text{—NH—полимер}' \xrightarrow{t^\circ} \text{полимер—CH}_2\text{—N(CH}_2\text{OH)—полимер}' + \text{H}_2\text{O} \quad (3)$$

Представляло интерес исследовать, каким образом протекают эти реакции при термоотверждении электроосажденных Пк. Об участии свободных карбоксильных групп в реакциях термоотверждения на различных его стадиях (реакция 1) судили по изменению в процессе сушки кислотного числа, которое в сшитых полимерах определялось, как и ранее [17], методом обменной реакции. Для исследования процесса термоотверждения пленкообразователя был применен также метод ИК спектроскопии. Спектры отражения в области 700—3800 $см^{-1}$ снимались на инфракрасном спек-

* Образуются при сопутствующем электроосаждению электролизе воды и анодном растворении металла [4—5].

* Здесь и далее под термином «налив» подразумевается нанесение материала на подложку традиционными методами, основанными в первой стадии на испарении растворителей.

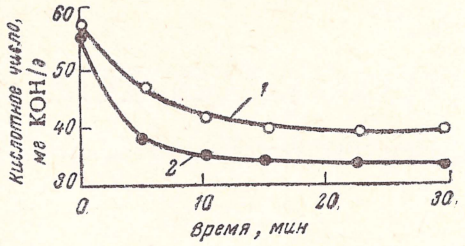


Рис. 1. Изменение кислотного числа в процессе термоотверждения полиакрилата, нанесенного на подложку наливом (*1*) и электроосаждением (*2*).

трофотометре UR-20. По изменению оптических плотностей характеристических полос поглощения, рассчитанных по методу базисной линии [18], судили о скорости исчерпывания метилольных и амидных групп (реакции 1—3) в процессе отверждения. При этом за поведением метилольных групп следили по изменению относительной интенсивности полосы 1070 $см^{-1}$, обусловленной деформационными плоскостными колебаниями ОН-группы. Об участии амидных групп в реакциях отверждения судили по изменению относительной интенсивности полосы поглощения 1525 $см^{-1}$, характерной для полосы вторичного амида [19]. В качестве внутреннего стандарта для учета разнотолщинности пленок бралась полоса поглощения 1465 $см^{-1}$, обусловленная деформационными колебаниями CH_2- и CH_3-групп и не изменяющаяся в процессе формирования пленки.

На рис. 1 показано изменение кислотных чисел, на рис. 2 — изменение оптической плотности метилольных групп в процессе термоотверждения при

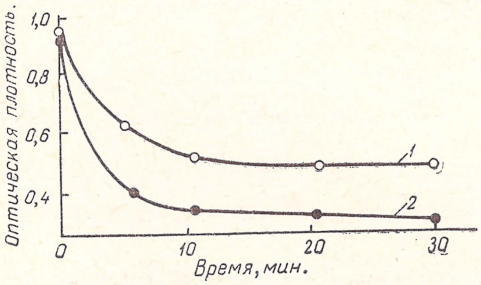


Рис. 2. Изменение оптической плотности полосы поглощения 1070 $см^{-1}$ в процессе отверждения полиакрилата (*1, 2* — см. рис. 1).

нанесении исследуемого пленкообразователя электроосаждением и наливом. Представленные данные свидетельствуют, что в случае электроосаждения реакции между карбоксильными и метилольными группами протекают более полно; это заставляет предположить бо́льшую сшивку при формировании Пк.

Данные рис. 3 указывают на бо́льшую скорость формирования трехмерной сетки при электроосаждении, чем при наливе, особенно на начальной стадии термоотверждения*.

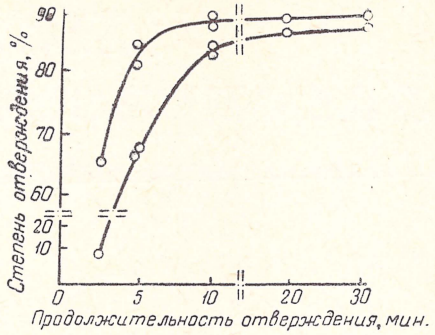


Рис. 3. Зависимость степени отверждения от продолжительности отверждения полиакрилата (*1, 2* — см. рис. 1).

Различия проявляются также и в структуре пленок*. Изучение электронномикроскопической структуры Пк, сформированных электроосаждением и наливом, показывает, что при электроосаждении для них характерна мелкозернистая структура, состоящая из плотно упакованных глобулярных частиц диаметром ≈400 Å; Пк наливом имеют более рыхлую структуру в виде вытянутых анизометрических частиц большого размера.

Сравнение свойств Пк (см. ниже) подтверждает преимущество метода электроосаждения.

	Налив	Электроосаждение
Толщина, мкм	15—20	15—17
Прочность при ударе, кгс·см	40	50
Прочность при изгибе, мм	1	
Водостойкость, ч	1400	2100
Стойкость в 3%-ном растворе NaCl, ч	48	72

Представленный экспериментальный материал показывает, что при формировании Пк электроосаждением за счет индивидуальной потери растворимости в анодном пространстве каждой структурной единицей раствора и протекающего при этом процесса регенерации свободных карбоксильных групп создаются условия для формирования более плотной и мелкоглобулярной структуры пленки, чем при наливе, и более полного взаимодействия реакционноспособных групп. В результате образующиеся покрытия обладают лучшими, чем при наливе, физико-механическими и защитными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Saxon R., Daniel L. H. J. Appl. Polymer Sci., 1964, v. 8, № 1, p. 325.
2. Brett R. A. J. Oil Colour Chem. Assoc., 1964, v. 47, № 10, p. 767.
3. Riese W. A. Farbe + Lack, 1966, Bd. 72, № 6, S. 542.
4. Beck F. Farbe + Lack, 1966, Bd. 72, № 3, S. 218.
5. Крылова И. А. и др. Коллоид. ж., 1969. т. 31, с. 394—400.
6. Hüneke H. Industrie-Lackier-Betrieb, 1964, Bd. 32, № 3, S. 69—77.
7. Филиппычев Г. Ф., Морозкова К. П., Румянцева В. Н. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 1, с. 9—10.
8. Frangen K. H. Farbe + Lack, 1964, Bd. 70, № 4, S. 271—279.
9. Pötschke H. Automobil-Industrie, 1965, Bd. 10, № 3, S. 145—148.

* Степень превращения полиакрилата в трехмер в процессе термоотверждения определялась экстракцией пленок ацетоном в аппарате Сокслета в течение 48 ч.

* Электронномикроскопические исследования выполнены И. Хегаем. Для исследования структуры, как и ранее [5], использовался метод кислородного травления.

УДК 667.644.3:621.319.7

Выбор технологических режимов процесса электроокраски, обеспечивающих оптимальный статический отпечаток факела

Г. Я. КИРИЛЛОВ, А. Г. ТЕТЕРЕВ, Н. В. СВЕТЛАКОВ

На процесс электроокраски оказывают влияние до 16 различных параметров [1; 2, с. 55], которые по-разному сказываются на качестве покрытия в зависимости от типа применяемых установок и распыляемых материалов. Последние должны обладать определенными электрическими свойствами [3], поверхностным натяжением [4; 5, с. 14], дипольным моментом и химической структурой молекул пленкообразующего и растворителя [6, 7]. Однако известно [8, с. 67], что поверхностное натяжение лаков и красок мало отличается от поверхностного натяжения чистых растворителей, используемых для их приготовления, и находится в пределах 27,2—33,7 дин/см. К тому же поверхностное натяжение лаков под влиянием электрического поля резко снижается [6, 9] до небольших величин. В связи с этим в целях упрощения математического описания процесса влияние поверхностного натяжения можно не учитывать.

Стремление отдельных авторов заменить показатели диэлектрических характеристик краски ее вязкостью [10] является необоснованным; использование этого параметра при математическом описании процесса электростатического распыления приводит к неоправданному усложнению зависимости, хотя точность расчета при этом остается на уровне 10%. Характерно, что при правильном подборе состава летучей части диэлектрические параметры лакокрасочных композиций остаются в узком диапазоне величин даже при широком изменении их вязкости.

Однако удовлетворительное качество покрытий, нанесенных в электрополе, обеспечивается лишь в интервале оптимальной вязкости от 25 до 70 сП [11]. Поэтому в математическую формулу, описывающую зависимость параметров статического отпечатка факела при электроокраске, показатель вязкости нами не вводится. Нами не варьировалась также скорость вращения распылительной головки, ибо известно [12], что изменение числа оборотов распылителя в широких пределах незначительно влияет на средний радиус капли и на параметры статического отпечатка факела. При использовании промышленных электростатических распылителей ЭР-1М с постоянной скоростью вращения 1200 об/мин влияние центробежных сил во всех случаях остается неизменным.

Экспериментальные исследования выполнены с помощью электростатического роторного генератора ЭРГ-150, распылителя ЭР-1М с чашей диаметром 50 мм и дозатора ДКХ-2. Верхний предел напряженности электрического поля при распылении красок ограничен величиной напряжения искрового перекрытия.

На основе экспериментальных данных нами выбрана зависимость пробойного напряжения ($V_п$, кВ) от межэлектродного расстояния (l, см) следующего вида:

$$V_п = \alpha_0 \cdot \sqrt{l} \qquad (1)$$

где α_0 — коэффициент корреляционной зависимости, равный 28,8.

Основываясь на зависимости (1), приняты следующие ограничения напряжения распыления и расстояния до поверхности изделия:

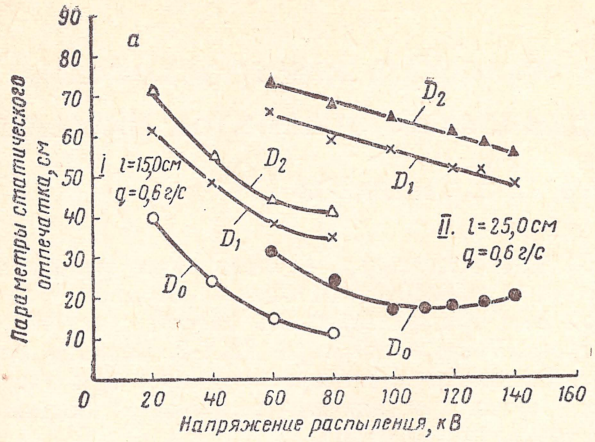
$$\alpha \leqslant \frac{V}{\sqrt{l}} \leqslant \beta \qquad (2)$$

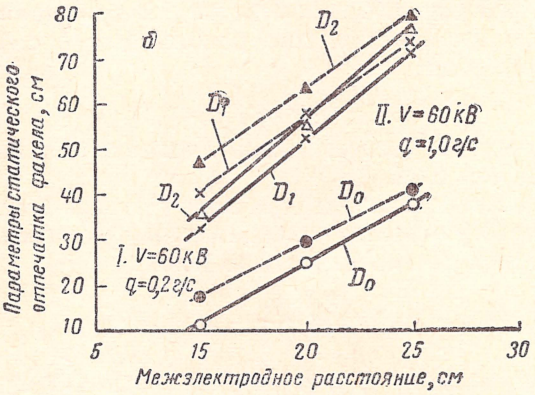
Коэффициенты α и β определяются экспериментально так, чтобы напряженность электрического поля была достаточной для качественного распыления и в то же время исключалась возможность искрового пробоя. При распылении грунтов и эмалей можно принять $\alpha = 10{,}0$ и $\beta = 25{,}0$.

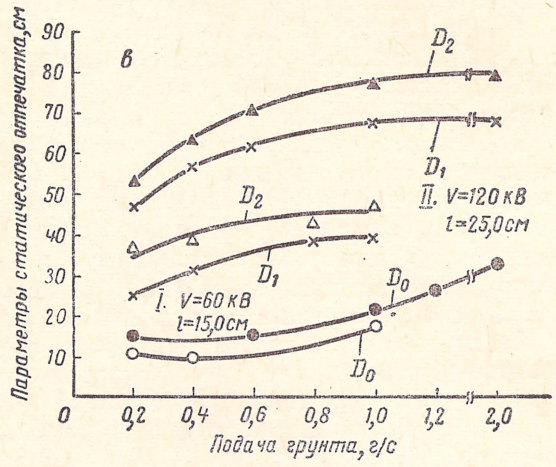
С учетом ограничения (2) исследована зависимость параметров статического отпечатка факела от технологических режимов процесса электроокраски. В соответствии с известной методикой [13] статический отпечаток факела характеризуется величиной неокрашенной («мертвой») зоны D_0, диаметром рабочей зоны D_1 и зоны рассеивания (разброса) D_2. Экспериментальные данные зависимости статического отпечатка (см. рисунок) от напряжения распыления V, межэлектродного расстояния l и от количества q распыляемой акриловой грунтовки АК-069Э представлены графически для двух уровней величин (I и II). При сравнении кривых на рисунке видно, что в диапазоне величин, предусмотренных ограничением (2), достигается максимальная площадь рабочей зоны. При этом наблюдается высокое качество нанесенного покрытия.

Увеличение количества распыляемого материала (см. рисунок) из-за снижения величины заряда ча-

10. Тихонова Р. М. и др. «Автомобильная промышленность», 1970, № 4, с. 39—42.
11. Plating, 1972, v. 59, № 1, p. 41.
12. Netillard I. P. Peintures Pigments Vernis, 1973, v. 9, № 5, p. 258—265.
13. Clayton A., May J. Paint Technol., 1971, v. 43, № 552, p. 43—48.
14. Phillips G. Paint Manufacture, 1971, v. 41, № 11, p. 39—41.
15. Wisser M., Pluhar P., Funke W. Werkstoffe u. Korrosion, 1971, № 3, S. 235—241.







Зависимость диаметров статического отпечатка факела грунта АК-069 Э от напряжения распыления (*а*), межэлектродного расстояния (*б*) и количества распыляемого материала (*в*).

стиц способствует повышению влияния центробежных сил, отбрасывающих частицы краски на несколько большее расстояние. Экспериментально установлено, что при $q=2{,}0$ г/с площадь рабочей зоны отпечатка факела грунтовки АК-069 Э в 1,4 раза меньше, чем у факела перхлорвиниловой эмали ХВ-16. Это вызвано увеличением в первом случае неокрашенной зоны (D_1 в обоих случаях примерно одинаков). Данное обстоятельство обусловлено тем, что частицы эмали, осаждающиеся в районе зоны D_0, т. е. в зоне мелкого тумана [13], имеют минимальную массу ввиду высокой дисперсности и значительных потерь летучих компонентов в межэлектродном пространстве. Поэтому центробежные силы оказывают незначительное воздействие на траекторию их полета. При нанесении грунтовки АК-069 Э испарение растворителей меньше, так как она приготовлена специально для электроокраски на смеси растворителей с высокими точками кипения [14]. Центробежные силы отбрасывают частицы грунта тем дальше, чем меньше их заряд, и, следовательно, больше [12] диаметр капли.

На основе анализа кривых на рисунке (*в*) можно принять следующие ограничения количества распыляемого материала (г/с):

$$0{,}4 \leqslant q \leqslant 1{,}2 \qquad (3)$$

В указанном диапазоне величин достигается большая площадь рабочей зоны факела и высокое качество покрытий. Поэтому оптимальные параметры распыления, которые приведены в работе [10], должны быть откорректированы с учетом установленных ограничений (2) и (3). Корреляционные зависимости диаметров статического отпечатка факела от технологических режимов электроокраски описываются функциями степенного вида:

$$D_K = d + \alpha_{0K}\frac{l^{\alpha_{2K}} q^{\alpha_{3K}}}{V^{\alpha_{1K}}} \qquad (4)$$

где $K=0$, 1 и 2; D_K — диаметры статического отпечатка D_0, D_1 и D_2, см; d — диаметры чашечного распылителя, см; α_K — коэффициенты корреляционной зависимости.

Значения коэффициентов α_0, α_1, α_2 и α_3, найденные методом наименьших квадратов на ЭВМ

Значения коэффициентов корреляционной зависимости в формуле (4) для лакокрасочных материалов

Наименование материалов	Диаметры статического отпечатка D_K	Значения коэффициентов				Погрешность расчетных величин, %
		α_0	α_1	α_2	α_3	
Акриловая грунтовка АК-069 Э	D_0	19,312	1,032	1,422	0,520	14,1
	D_1	15,658	0,471	1,059	0,212	3,9
	D_2	16,155	0,498	1,126	0,162	2,7
Перхлорвиниловая эмаль ХВ-16	D_0	38,007	1,432	1,498	0,492	9,4
	D_1	10,993	0,463	1,147	0,133	4,4
	D_2	15,084	0,518	1,172	—0,101	4,3
Эпоксидно-полиамидная эмаль ЭП-140	D_0	3,820	0,475	1,066	—0,017	15,0
	D_1	13,240	0,201	0,752	0,149	6,0
	D_2	24,840	0,313	0,789	0,154	7,0
Эпоксидно-полиамидная эмаль ЭП-586	D_0	10,350	0,816	1,163	0,212	12,0
	D_1	11,412	0,403	0,922	0,203	10,0
	D_2	8,791	0,39.	1,078	0,204	8,0
Кремнийорганическая эмаль КО-822	D_0	16,753	0,445	0,341	0,200	12,0
	D_1	9,881	0,273	0,867	0,152	6,0
	D_2	12,782	0,344	0,949	0,141	5,0
Пентафталевая эмаль ПФ-223	D_0	8,011	0,844	1,208	0,191	6,0
	D_1	7,353	0,212	0,843	0,158	5,0
	D_2	20,934	0,488	0,972	0,204	7,0
Глифталевая грунтовка ГФ-032	D_0	0,914	0,128	0,919	0,115	10,0
	D_1	9,441	0,385	0,972	0,157	8,0
	D_2	7,815	0,194	0,904	0,112	7,0

Примечание. Для нанесения в электрополе эмаль ПФ-223 и грунтовка ГФ-032 до рабочей вязкости разбавлялись растворителем, рекомендованным в работе [3].

«Урал-11Б» по результатам экспериментов с различными материалами, представлены в таблице, из которой видно, что расхождение расчетных и экспериментальных значений диаметров незначительны. Исключение составляет D_0, погрешность расчета которого достигает 10—15% от экспериментально полученных значений. Учитывая, что неокрашенная зона при относительном движении деталей перекрывается рабочей зоной, указанная точность расчета D_0 вполне допустима.

Функциональную зависимость (4) в сочетании с найденными значениями коэффициентов корреляции (см. таблицу) можно принять как упрощенную математическую модель процесса электроокраски для каждого конкретного материала. Так, например, представляется возможность управлять процессом нанесения грунтовки АК-069 Э в электрическом поле высокого напряжения через основные технологические параметры, используя систему уравнений:

$$\left.\begin{aligned} D_0 &= d + 19{,}312\,\frac{l^{1{,}422}\cdot q^{0{,}520}}{V^{1{,}032}}\\ D_1 &= d + 15{,}658\,\frac{l^{1{,}059}\cdot q^{0{,}212}}{V^{0{,}471}}\\ D_2 &= d + 16{,}155\,\frac{l^{1{,}126}\cdot q^{0{,}162}}{V^{0{,}498}} \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Таким образом, диаметры статического отпечатка для любого режима можно определить расчетным путем, не проводя дополнительных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бураев Т. К. Диссертация, МЭИ, 1972.
2. Большаков П. А., Морозов А. И. Окраска кожи и обуви в электрическом поле, М., «Легкая индустрия», 1971. 144 с.
3. Владычина Е. Н. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1963, № 4, с. 32—36; 1964, № 4, с. 45—49; 1965, № 4, с. 38—41.
4. Губенский В. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1966, № 1, с. 28—33.
5. Моисеев Е. В. В кн: Окраска изделий в электрическом поле. М., «Химия», 1966. 224 с.
6. Oesterle K. M. Farbe + Lack, 1958, Bd. 64, № 7, S. 368—372.
7. Grossteinbeck R., Holtz H. Farbe + Lack, 1958, Bd. 64, № 12, S. 649—654; 1959, Bd. 65, № 6, S. 303—309.
8. Адгезия (клеи, цементы, припои). Сб. под ред. Н. Деброина и Р. Гувинка, М., Издатинлит, 1954. 584 с.
9. Kleber W. Plaste u. Kautschuk, 1970, Bd. 17, № 10, S. 779—783.
10. Тетерев А. Г. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 2, с. 36—38.
11. Губенский В. А. Диссертация, ВНИИ новых строительных материалов, 1968.
12. Schene H. Industrie-Lackier-Betrieb, 1966, Bd. 34, № 10, S. 431—437; 1966, Bd. 34, № 11, S. 471—484.
13. Серебряников С. Н., Шелехина А. Л., Степанова М. И. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1964, № 2, с. 48—50.
14. Пилягин М. В., Кириллов Г. Я. Авт. свид. 272460. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1970, № 19, с. 65.

УДК 678.643'42'5:620.197.6

Химическая стойкость защитного покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера

М. С. ТРИЗНО, Л. М. АПРАКСИНА, Г. Я. ВОРОБЬЕВА

(ЛТИ им. Ленсовета)

Наиболее важным процессом, определяющим химическую стойкость полимеров, является их деструкция при химическом взаимодействии со средой [1]. Стойкость полимеров к агрессивным средам определяется природой связей в макромолекуле и его проницаемостью, т. е. скоростью проникновения в полимер среды. Немаловажное значение имеет и адгезия полимерного покрытия (Пк) к защищаемому материалу и его прочность. Представляют интерес эпоксидно-новолачные блоксополимеры (ЭНБС), которые имеют в отвержденном состоянии простые эфирные связи, устойчивые к щелочному и кислотному гидролизу, и невысокую проницаемость сетчатой структуры [2, 3]. Пк на основе ЭНБС обладают достаточной прочностью и эластичностью, сочетают в себе высокую адгезию и стойкость к щелочам, присущую эпоксидным смолам, с повышенной термостабильностью и стойкостью к кислым средам фенольных смол [4].

Ранее был описан опыт применения Пк на основе ЭНБС для защиты вулканизационных котлов и оборудования нефтеперерабатывающих заводов [3—7].

С целью расширения областей применения ЭНБС была исследована химическая прочность их покрытий в различных агрессивных средах в течение длительных сроков.

Лак 50—60%-ной концентрации готовили растворением ЭНБС марки 16Э18Н-60-2 (ТУ-6-05-041-315) в растворителе № 646 или 648; вязкость лака 16—20 с по ВЗ-4. Испытаниям подвергали 3-слойные Пк; сушку до полного отверждения ЭНБС проводили по двухстадийному режиму: 80—100 °С 40—60 мин, затем при 140—170 °С 5 ч.

Антикоррозионная стойкость Пк оценивалась по внешним изменениям и коррозии металла под пленкой после экспонирования в агрессивной среде в лабораторных и производственных условиях (среды

обновлялись через 500 ч испытания). Так как для оценки химической стойкости полимерных материалов в агрессивных средах нет стандартных методов и критериев оценки [1, 8], в настоящей работе была принята четырехбалльная система оценок (табл. 1).

Таблица 1

Балл	Оценка	Изменение внешнего вида покрытия после экспонирования в агрессивной среде
1	Весьма стойкое	Без изменений
2	Стойкое	Незначительные изменения цвета, потеря блеска
3	Условно стойкое	Набухание и образование пузырей или частичное растрескивание без коррозии металла под Пк
4	Нестойкое	Отслоение и разрушение Пк, коррозия металла под ним

Результаты исследования стойкости эпоксидно-новолачного Пк к кислотам в лабораторных условиях представлены в табл. 2, из которой видно, что при комнатной температуре Пк обладает высокой химической стойкостью в разбавленных минеральных и концентрированных органических кислотах в течение 2—2,5 тыс. ч. Увеличение температуры вызывает повышение набухания, но в большинстве случаев коррозионная стойкость остается в пределах оценок «весьма стойкое» и «стойкое». Лишь в случае воздействия концентрированной серной кислоты и 40%-ной азотной кислоты происходит разрушение Пк.

Таблица 2

Химическая стойкость покрытия на основе ЭНБС в минеральных и органических кислотах

Агрессивная среда	Концентрация, %	Температура испытания, °С	Длительность испытания, %	Набухание, %	Стойкость, баллы
H_2SO_4	0,5	20	700	0,126	1
		100	500	0,168	2
		150	200	0,240	2
	1,0	20	500	0,135	1
		30	200	0,150	1
	10,0	20	800	8,3	1—2
		100	300	—	3
	30	20	700	4,32	1*
	Концентрированная	20	700	—	4
HCl	10,0	20	1000	0,051	2
HNO_3	10,0	20	1500	0,167	2
		100	530		1
	40,0	20	720	5,3	3
		100	530	—	4
H_3PO_4	80,0	20	720	0,37	1
		100	100	0,03	1
CH_3COOH	5,0	20	6700	0,068	2
		100	300	—	3
	Ледяная	20	6700	3,09	3
Лимонная кислота	10,0	20	1500	—	1
		100	500	—	1
Олеиновая кислота	Концентрированная	20	2000	—	1
		100	500	—	1

* По внешнему виду; с учетом набухания 2 балла.

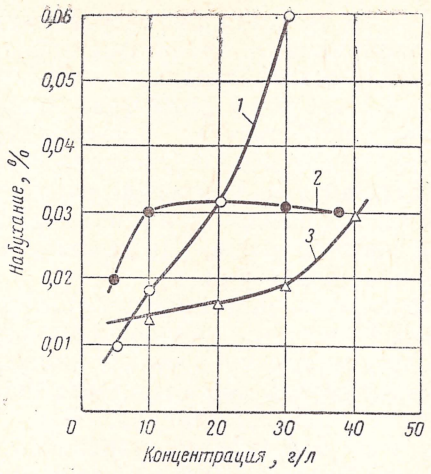


Рис. 1. Влияние концентрации хлористых солей на набухание покрытия ЭНБС при комнатной температуре (время воздействия среды 1000 ч):
1 — NaCl; *2* — NH_4Cl; *3* — $BaCl_2$.

Покрытие на основе ЭНБС выдерживает длительное воздействие (до 6—7 тыс. ч) растворов щелочей и солей, особенно при 20 °С. Рост концентрации хлористых солей, т. е. увеличение содержания ионов хлора, практически не ухудшает защитных свойств эпоксидно-новолачного Пк, набухание не превышает 0,06% за 7 тыс. ч (рис. 1 и 2). Такая же закономер-

Таблица 3

Химическая стойкость покрытия на основе ЭНБС в органических средах

Агрессивная среда	Концентрация, %	Температура испытания, °С	Длительность испытания, ч	Набухание, %
Ацетон	—	20	500	0,445
Этиловый спирт	50	20	7500	0,100
	96	20	7500	0,043
	50	т. кип.	530	0,03
	96	т. кип.	530	0,02
Четыреххлористый углерод	—	т. кип.	530	1,500
Бензол	—	20	720	0,410
		т. кип.	720	
Толуол	—	т. кип.	530	0,130
п-Ксилол	—	20	7500	0,003
		т. кип.	500	0,15
м-Ксилол	—	20	7500	0,004
		т. кип.	550	—
Хлорбензол	—	20	720	0,49
		т. кип.	720	1,83
Диэтиленгликоль (водный)	5	т. кип.	500	
Диэтиленгликоль	50	т. кип.	500	1,60
Минеральное масло № 20	—	20	1000	0,010
		т. кип.	500	0,130
Бензин	—	20	7500	0,030
		т. кип.	300	
		130	530	0,03
		150	300	
Скипидар	—	20	7500	0,007
Глицерин	—	20	6600	0,010
		100	200	0,268
Мочевина	80	100	720	1,3
Гидроксиламиносульфат	—	100	720	1,69
Циклогексанон	—	100	720	3,74
Формалин	—	20	720	0,35
	—	100	720	3,35

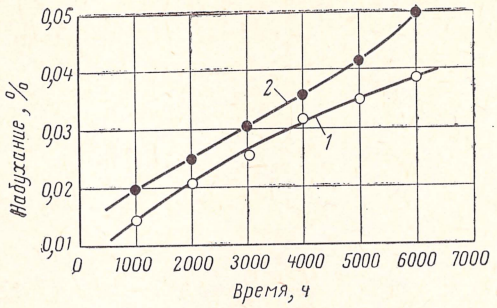


Рис. 2. Набухание покрытия во времени в растворах хлористого бария при комнатных температурах (*1, 2* — концентрации 5 и 10 г/л).

ность наблюдается и для других солей — $CuSO_4$, $Ca(NO_3)_2$, Na_2CO_3.

Стойкость исследуемого Пк в разбавленной и концентрированной перекиси водорода (в течение 7,5 тыс. ч) высока — оно характеризуется как «весьма стойкое». Набухание составляет от 0,01 до 0,5%, в зависимости от концентрации.

Испытание Пк в различных органических жидкостях также показало его высокую стойкость как при комнатной температуре, так и при температурах кипения (табл. 3). Некоторое исключение составляет ацетон, особенно при повышенной температуре.

Таким образом, покрытие на основе эпоксидно-новолачного блок-сополимера обладает высокой стойкостью к различным агрессивным средам и может быть с успехом применено для защиты различного оборудования, подвергающегося воздействию исследованных сред. Оно внедрено на одном из Ленинградских объединений для защиты щелочных и кислотных баков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долежел Б. Коррозия пластических материалов и резин. Пер. с чешского. М., «Химия», 1964. 247 с.
2. Николаев А. Ф., Тризно М. С. Эпоксидно-новолачные композиции. ЛДНТП, 1965, 22 с.
3. Николаев А. Ф., Тризно М. С., Бойко З. Г. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 3, с. 29—30.
4. Воробьева Г. Я., Апраксина Л. М. В кн.: Организация защиты от коррозии оборудования химических производств промышленных предприятий. Л., Изд. Комитета по коррозии ВСНТО, 70 с.
5. Воробьева Г. Я., Апраксина Л. М., Тризно М. С., Бойко З. Г. Антикоррозионное покрытие для защиты от коррозии вулканизационных котлов и другой химической аппаратуры при повышенных температурах. Проспект ВДНХ, Л., 1969.
6. Воробьева Г. Я., Апраксина Л. М. Защита металлов, 1970, т. IV, № 6, с. 4, 742—744.
7. Апраксина Л. М., Воробьева Г. Я. Материалы Всесоюзного научно-химического семинара по применению полимерных материалов в антикоррозионной технике. Л., Изд-во Комитета по коррозии ВСНТО. 136 с.
8. ГОСТ 9355—60.

УДК 667.6:678.643'42'5

Повышение долговечности эпоксидных лакокрасочных покрытий

(Краткое сообщение)

Ф. И. АЛЬКАЕВ, В. А. ВОЙТОВИЧ

(Горьковский инженерно-строительный институт им. В. П. Чкалова)

В настоящее время в строительстве для антикоррозионной защиты и декоративной отделки металлических и железобетонных конструкций все более широкое применение находят эпоксидные лакокрасочные материалы. Обладая рядом ценных качеств, эпоксидные лаки и краски имеют и недостатки, одним из которых является малая эластичность покрытий (Пк). Это приводит к тому, что при отверждении, а также во время эксплуатации в пленках возникают высокие внутренние напряжения, нередко предопределяющие их выход из строя задолго до исчерпания потенциального запаса их химической прочности.

Одним из способов повышения долговечности Пк является пластифицирование. Традиционный пластификатор — дибутилфталат (ДБФ) является низкомолекулярным веществом, которое довольно быстро улетучивается из тонких слоев отвержденных эпоксидных пленок, поэтому последние эластичны лишь в первые месяцы эксплуатации. Более долговечным пластификатором эпоксидных Пк является тиокол (Т), но из-за высокой вязкости это вещество нетехнологично и неудобно для применения в строительной технике [1, с. 140—151].

Нами предложено использовать в качестве пластификатора тиокол, предварительно совмещенный с кремнийорганической жидкостью — активным растворителем этилсиликатом-32 (ЭС-32). Такие тиокольно-этилсиликатные системы оказываются маловязкими, удобными в использовании, а по пластифицирующим свойствам не уступают тиоколу. Другим пластификатором, изученным нами, является поливинилбутираль (ПВБ). Наш интерес к нему обусловился тем, что данный полимер обладает высокими химической стойкостью, устойчивостью к старению, адгезией к стали [2, с. 638—656].

Были изучены следующие эпоксидные системы Пк (вес. ч. по отношению к смоле):

1. 100 ЭД-20* + 10, или 20, или 30 Т + 20 ЭС-32 + 10 ПЭПА**
2. 100 ЭД-20 + 10, 20, 30 ПВБ + 20 ЭС-32 + 10 ПЭПА
3. 100 ЭД-20 + 10 ДБФ + 20 ЭС-32 + 10 ПЭПА

Оказалось, что отвержденные эпоксидные композиции с изучаемыми пластификаторами по физико-

* Бывшая смола ЭД-5.

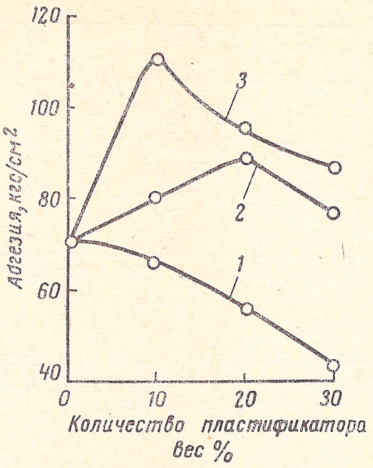
** ПЭПА — отвердитель полиэтиленполиамин.

механическим свойствам — эластичности и прочности при ударе — значительно превосходят композиции с дибутилфталатом (см. таблицу). Так, Пк, содержащие ДБФ, через 1 мес хранения при комнатной температуре при повторном испытании растрескиваются и отслаиваются, а пленки с Т и ПВБ сохраняют эластичность и через 6 мес.

Количество пластификатора, вес. %		Прочность при изгибе, мм			Прочность при ударе, кгс·см		
		Время, сут					
		6	30	180	6	30	180
Тиокол	10	1	1	1	50	50	45
	20	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—
Поливинилбутираль	10	1	1	1	50	50	46
	20	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—
Дибутилфталат	10	1	Не гибкая		50	5	3

Примечание. Прочность при изгибе определяли по ШГ, а прочность при ударе—на приборе У-1А[3, с. 289—291, 350—351].

Величина адгезии к стали определялась динамометрическим методом (так называемым «методом грибков») на разрывной машине РМ-5. Результаты измерений показаны на рисунке, из которого видно, что замена ДБТ на Т и ПВБ приводит к увеличению адгезии. Сравнительные испытания защитных свойств Пк с разными пластификаторами (паропроницаемость, водопоглощение) также показали преимущество предлагаемых тиокола и поливинилбутираля. По совокупности свойств, дефицитности и цене лучше использовать ПВБ.



Влияние пластификаторов на величину адгезии покрытия к стали:
1 — ДБФ; *2* — ПВБ; *3* — Т.

Эпоксидные покрытия, содержащие ЭС-32, Т или ПВБ, были использованы для защиты стальных резервуаров от воздействия сточных вод (в объединении «Башнефть»); результаты удовлетворительные. В настоящее время ведутся работы по созданию магнито-диэлектрика на основе смолы ЭД-20, модифицированной ЭС-32, Т и др., который будет использован в электродвигателях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабутин А. Л. и др. Антикоррозионные и герметизирующие тиоколовые составы, Л., «Химия», 1962.
2. Николаев А. Ф. Синтетические полимеры. Л., «Химия», 1964.
3. Сборник стандартов и технических условий. Госхимиздат, 1952, т. 3.

УДК 667.6:678.664:65.012.2

Исследование адгезии полиуретановых покрытий с применением методов математической статистики

А. Н. КУКСИН, М. Н. СОЛТЫС, Ю. С. ЛИПАТОВ, Э. Я. ДОМАНСКАЯ

(Институт химии высокомолекулярных соединений АН УССР)

На адгезионные свойства полиуретановых покрытий (Пк) влияют густота пространственной сетки (задаваемая исходным отношением изоцианатной компоненты к гликолевой Q), количество наполнителя N и температура, при которой работает Пк [1—3]. Известно также [4], что увеличение скорости нарастания разрушающего усилия (скорости отслаивания v) приводит к повышению предела сопротивления разрушению, а изменение температуры испытаний T по-разному влияет на эту величину.

Для нахождения математической модели, выражающей зависимость адгезии A от перечисленных факторов, были использованы методы математической статистики и планирования эксперимента [5, с. 501; 6, с. 30; 7, с. 8 и 137].

Для исследований использовали полиуретаны, полученные из олигомера поли(окситетраметилен)гликоля с 25% оксипропиленовых цепей мол. веса 1280 и аддукта триметилолпропана с толуилендиизоцианатом, являющимся трехфункциональным сшивающим агентом. Композиции готовили в виде 60%-ного раствора в циклогексаноне при избытке изоцианатных групп 1,1; 2,1; 3,1 по отношению к гидроксильным. Наполнитель — двуокись титана рутильной формы в количествах, указанных в таблице.

Исследование A производили на роликовом адгезиометре [8, с. 111]. Полученные композиции наносились на стальные испытательные ролики, которые предварительно очищали по методике, описанной в работе [3].

Границы изменения переменных при исследовании адгезии полиуретанов

Факторы	X_1 (N, %)	X_2 (v, см/с)	X_3 (T, °С)
Основной уровень 0	30	0,1	40
Верхний уровень +1	45	0,15	55
Нижний уровень —1	15	0,05	25
Интервал изменения	15	0,05	15

С целью выражения A как функции исследуемых факторов для заданного соотношения NCO/OH был использован план, позволяющий получить уравнение второго порядка (план B_3). Предварительно выбранная область исследований и границы переменных, представляющие наибольший интерес с практической точки зрения, приведены в таблице. По полученным экспериментальным величинам A для каждого соотношения NCO/OH были рассчитаны уравнения регрессии. Следует отметить, что попытка использовать план B_4, в котором мольное соотношение NCO/OH включалось в качестве независимой переменной, привела к получению неадекватного уравнения регрессии. Это свидетельствует о сложном характере поверхности отклика изучаемого процесса от независимых параметров. Вследствие этого мы перешли к описанию величины A как функции независимых переменных в отдельности для каждого из полученных соотношений. На основании экспериментальных данных (за недостатком места не приводятся) были получены уравнения регрессии, которые имеют вид:

$$A_1 = 10{,}35 + 5{,}87x_1 + 2{,}19x_2 - 2{,}69x_3 + 0{,}85x_1x_2 - 1{,}50x_1x_3 + 1{,}90x_1^2 - 0{,}24x_2^2 - 0{,}07x_3^2 \quad (1)$$

$$A_2 = 35{,}48 - 1{,}79x_1 + 2{,}01x_2 - 6{,}23x_3 - 0{,}34x_1x_3 - 4{,}39x_1^2 - 0{,}56x_2^2 - 1{,}53x_3^2 \quad (2)$$

$$A_3 = 22{,}95 + 4{,}51x_1 + 2{,}12x_2 - 5{,}99x_3 - 0{,}38x_1^2 - 0{,}74x_2^2 - 0{,}46x_3^2 \quad (3)$$

где $x_1 = \frac{N - 30}{15}$; $x_2 = \frac{v - 0{,}1}{0{,}05}$; $x_3 = \frac{T - 40}{15}$;

A_1, A_2, A_3 — работа адгезии композиций соответственно для соотношений NCO/OH 1,1/1; 2,1/1; 3,1/1.

Значимость коэффициентов приведенных уравнений определяли с помощью критерия Стьюдента. Незначимые коэффициенты отбрасывали. Проверку адекватности (соответствия найденных математических моделей экспериментальным данным) проводили, используя критерий Фишера [6]. Рассчитанные значения F-критерия оказались значительно меньше табличных, что свидетельствует об их адекватности.

Полученные уравнения регрессии позволяют оценить долю вклада каждой независимой переменной при совместном их действии в общую величину A. На основе анализа коэффициентов уравнений можно сделать вывод о том, что влияние v несколько меньше, чем T и N, и одинаково для всех соотношений $b_{(x_2)}$ (b — коэффициент в уравнении регрессии). Из уравнения (1) видно, что при соотношении NCO/OH = 1,1 влияние наполнителя более значительно, чем влияние температуры ($b_{(x_1)} = 5{,}87$, а $b_{(x_3)} = 2{,}69$); для Пк, полученных при соотношениях NCO/OH>2 (уравнения (2) и (3), температура влияет на адгезию больше, чем количество наполнителя.

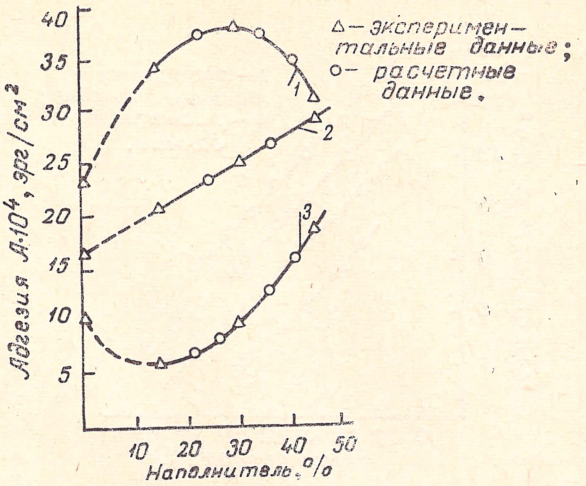


Рис. 1. Зависимость работы адгезии полиуретановых покрытий от количества введенного наполнителя для разных соотношений NCO/OH (*1—3*—2,1 : 1; 3,1 : 1; 1,1 : 1 соответственно).

Введение наполнителя при различных мольных соотношениях исходных компонентов по-разному изменяет A покрытия (рис. 1). Уменьшение A для соотношения NCO/OH = 1,1 (рис. 1, кр. *3*), возможно, связано с тем, что в результате взаимодействия полимера с наполнителем и образованием связей типа полимер — наполнитель, уменьшается количество функциональных групп, способных взаимодействовать с подложкой. Последующее увеличение концентрации наполнителя повышает жесткость полиуретановой пленки, в результате чего увеличивается фиксируемая работа A. Увеличение A для композиций, полученных при избытке изоцианатной компоненты (рис. 1, кр. *1*), по-видимому, связано с увеличением концентрации функциональных групп в единице объема. Однако в связи с тем, что избыток этих групп не бесконечен, величина работы A проходит через максимум. Для соотношения 3,1 : 1 (кр. *2*) наблюдается увеличение адгезии с ростом концентрации наполнителя, но величина ее меньше, чем у Пк с двукратным избытком изоцианатных

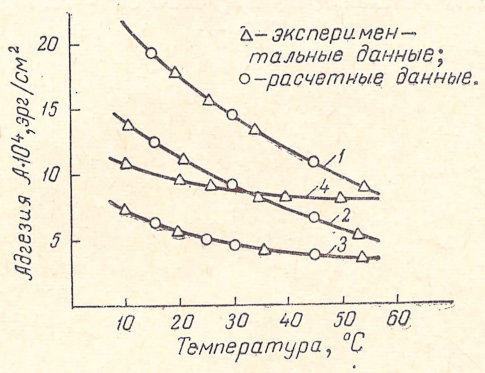


Рис. 2. Зависимость работы адгезии наполненных покрытий от температуры при NCO/OH = 1,1/1:
1 — 45% TiO_2; *2* — 30% TiO_2; *3* — 15% TiO_2; *4* — без наполнителя.

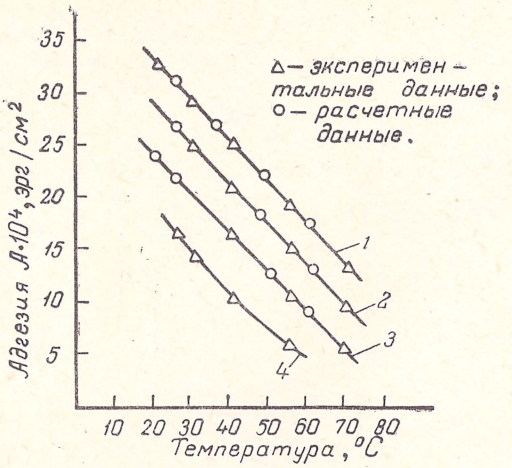


Рис. 3. Зависимость работы адгезии наполненных покрытий от температуры при NCO/OH = 3,1 (*1*—*4*—см. рис. 2).

групп (возможно, из-за бóльших внутренних напряжений, снижающих адгезионную прочность Пк).

Используя математические модели, определяли работу A в различных условиях расчетным путем. Расчетные значения показали хорошее соответствие с экспериментальными данными, полученными в дополнительных опытах. Так, по уравнениям (1—3) были рассчитаны температурные (рис. 2 и 3) и скоростные зависимости величины работы адгезии (рис. 4). Как видно из рис. 2 и 3, во всех случаях повышение температуры приводит к снижению A. Это происходит потому, что связи межмолекулярного взаимодействия, которые существуют

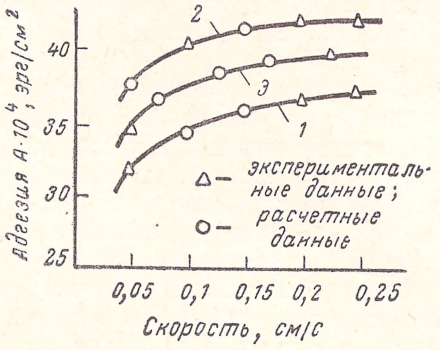


Рис. 4. Зависимость работы адгезии наполненных покрытий от скорости отслаивания при NCO/OH = 2,1/1 (*1*—*3*—см. рис. 2).

между полиуретановым Пк и подложкой, разрушаются под действием тепловой энергии. Следует обратить внимание на то, что для Пк с бóльшим количеством наполнителя это падение носит более резко выраженный характер, чем у ненаполненных.

Из рис. 4 видно, что рассчитанные точки имеют хорошее соответствие экспериментальным. Зависимость работы A от скорости отслаивания наблюдается для всех композиций вследствие того, что разрушение адгезионного соединения сопровождается деформацией адгезива по толщине в объеме, прилегающем к зоне отрыва, а это увеличивает фиксируемую величину адгезии.

Полученные уравнения можно использовать при решении практических задач, заключающихся в определении условий, которые обеспечивают максимальную работу адгезии исследуемой системы для заданного отношения изоцианатных групп к гидроксильным, концентрации наполнителя и температуры.

Выводы

1. Показано, что введение наполнителя (TiO_2) приводит к увеличению адгезии для соотношения NCO/OH>2 и проходит через минимум для соотношения NCO/OH=1,1.

2. Установлено, что с ростом температуры адгезия полиуретановых покрытий падает. Увеличение скорости отслаивания ведет к росту работы адгезии, хотя влияние ее на фиксируемую величину адгезии по сравнению с другими факторами менее значительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Regeen S. L. J. Appl. Polymer Sci., 1965, v. 9, p. 279; 1966, v. 10, p. 1247.
2. Куксин А. Н., Липатов Ю. С., Сергеева Л. М. В кн.: Синтез и физико-химия полимеров. Киев, «Наукова думка», т. 8, с. 124.
3. Липатов Ю. С. и др. В кн.: Адгезия и прочность адгезионных соединений. М., МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1968 т. 2, с. 143.
4. Малинский Ю. М., Прокопенко В. В., Каргин В. А. Высокомол. соед., 1962, т. 4, с. 299; 1964, т. 6, с. 1832.
5. Батунер Л. М., Позин М. Е. Математические методы в химической технике. Л., Госхимиздат, 1963. 637 с.
6. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., «Наука», 1965. 340 с.
7. Налимов В. В. Теория эксперимента. М., «Наука», 1971. 207 с.
8. Кротова Н. А. и др. В кн.: Новые методы физико-химических исследований. М., АН СССР, 1957. 202 с.

Радиационная химия и технология

УДК 667.637.237.3:541.28:678.643'42'5

Устойчивость некоторых эпоксидных покрытий в условиях воздействия ядерного излучения и коррозионных сред

П. В. СИДЯКИН, Б. Н. ЕГОРОВ, Л. М. АДАМЧИКОВА
(НПО «Лакокраспокрытие»)

В атомной и радиационно-химической технике ядерные излучения воздействуют на покрытия (Пк), как правило, в сочетании с другими производственными факторами, в том числе коррозионными средами — водой и кислотами. Поэтому исследование комбинированного воздействия ядерных излучений и указанных факторов представляет практический интерес. Нами исследованы изменения эпоксидных покрытий при одновременном воздействии гамма-излучения Co^{60} (150—250 Р/с), дистиллированной воды, 30%-ных растворов соляной и азотной кислот.

Методика исследования предусматривала непрерывное воздействие гамма-излучения и жидких сред на свободные пленки лакового Пк ЭП-540 толщиной 130—150 мкм, содержащего эпоксидиановые смолы (ЭДС) Э-41 или CHS-эпокси-2000, пластификатор — дибутилфталат (ДБФ) меламино-формальдегидную смолу К-421-02 (МФС) и отвержденного полиэтиленполиамином (ПЭПА) [1]. После облучения дозой 50 Мрад жидкие среды заменяли новыми. Облучение вели до разрушения пленок. Химические превращения регистрировали в основном методом ИК-спектроскопии, для чего облученные пленки или порошки, образовавшиеся после облучения, таблетировали с KBr. Кроме того, методом ЭПР контролировали наличие парамагнитных частиц в облученных образцах Пк.

Эффект одновременного воздействия гамма-излучения и воды на свободные пленки Пк иллюстрируется спектрами на рис. I. Наряду с изменениями, наблюдаемыми при облучении Пк в вакууме и на воздухе [1], отмечается более резкое увеличение интенсивности полосы 1660—1680 $см^{-1}$ (связи C=C и C=N в цепи ТЭТА — основного продукта ПЭПА), а также резкое снижение интенсивности полосы 1735 $см^{-1}$ (группа C=O ДБФ). По-видимому, исчезновение полосы 1735^{-1} следует объяснять, помимо ранее замеченной миграции пластификатора в результате радиационного сшивания, также вытеснением ДБФ водой в результате ее диффузии в пленку. Разрушение и превращение в рыхлую массу пленок, облученных до 1000 и 1500 Мрад, вызвано, вероятно, теми же процессами, что и при облучении на воздухе и в вакууме, с той лишь разницей, что химически активные частицы, образующиеся при радиолизе воды, могут взаимодействовать со свободными радикалами отвержденной смолы, предотвращать рекомбинацию радикалов и способствовать таким образом развитию деструкции. Отсутствие в продуктах радиолиза парамагнитных частиц, характерных для облученных неотвержденных ЭДС [2, 3], свидетельствует о взаимодействии оксифенильных радикалов, образующихся при деструкции ЭДС [3], с продуктами радиолиза воды.

ИК спектры покрытия на основе смолы Э-41, облученного в HCl, и спектр пленки, выдержанной в контакте с HCl без облучения, приведены на

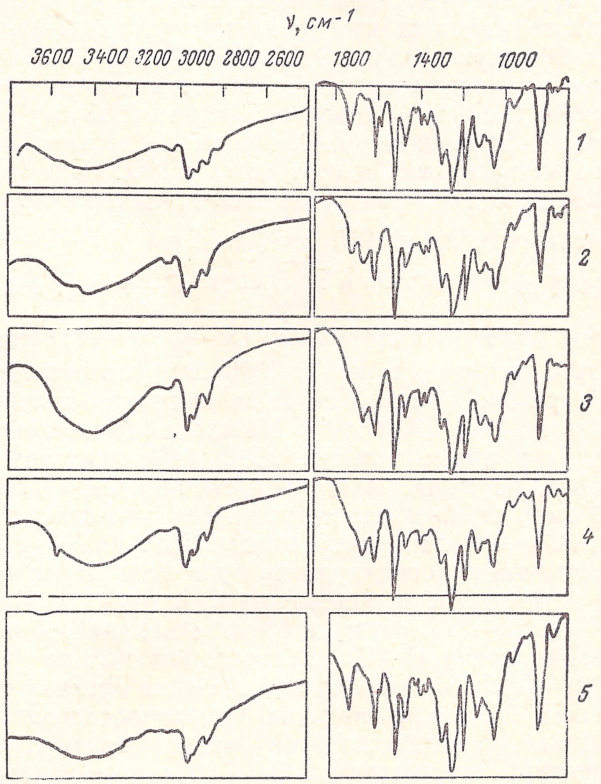


Рис. 1. ИК спектры необлученного (*1*) и облученного в воде дозами 500 (*2*) и 1000 Мрад (*3*) покрытия ЭП-540 на основе смол Э-41 и CHS-эпокси-2000, облученного в воде дозой 1500 Мрад (*4*) и выдержанного в воде без облучения (*5*) в течение ≈ 1800 ч (время облучения в воде дозой 1500 Мрад).

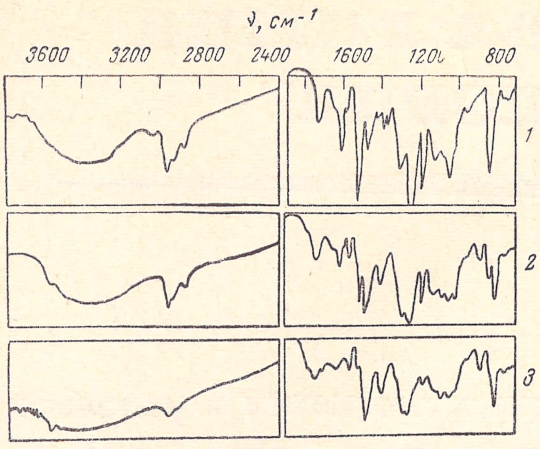
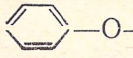
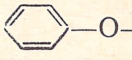


Рис. 2. ИК спектры покрытия на основе смолы Э-41, облученного в 30%-ном растворе соляной кислоты дозами 100 (*2*) и 300 Мрад (*3*); *1* — спектр Пк, выдержанного в HCl в течение ≈ 1200 ч (время облучения в кислоте дозой 300 Мрад).

рис. 2. Продолжительность выдержки в HCl необлученных образцов равна времени контакта образцов, облученных максимальной дозой 300 Мрад. Одновременное воздействие гамма излучения и HCl приводит к глубоким химическим превращениям материала Пк, которые выражаются следующими изменениями в спектрах (см. также спектры необлученного и облученного на воздухе и в вакууме Пк ЭП-540 [1]): снижением интенсивности и исчезновением полос, характерных для 1,4-дизамещенного бензольного кольца (1612, 1585, 1520 и 830 $см^{-1}$ [2, 3]); значительным изменением группы полос, характеризующих оксифенильную группу и фенольную эфирную связь в ЭДС и Пк [1, 3]; исчезновением или перемещением в область низких частот полосы 1300 $см^{-1}$ (новое положение 1285 $см^{-1}$); заметным снижением интенсивности и перемещением в область высоких частот полосы 1250 $см^{-1}$ (новое положение 1265 $см^{-1}$); заметным уменьшением интенсивности полос 1040 $см^{-1}$ (O—C в  —O—C—) и 1188 $см^{-1}$ (=C—O в  —O—C—) [3]. Максимумы полос 1020 и 1080 $см^{-1}$ (X— —Y) сместились в положения 1010 и 1090 $см^{-1}$ соответственно и отчетливо проявились из-за снижения интенсивности полосы 1040 $см^{-1}$. Вместе с тем в спектрах возникли новые полосы: 1565, 1480 (интенсивная полоса, перекрывающая полосы 1470 $см^{-1}$), 810 и 880 $см^{-1}$, серия полос низкой интенсивности в области 700—800 $см^{-1}$ (максимумы 720, 740, 780 $см^{-1}$). Указанные полосы характеризуют бензольное кольцо, замещенное в положение 1, 2, 4 [4, с. 30—32, 41—44, 25—27], а также свидетельствуют об образовании связи C—Cl в бензольном кольце [4; 5, с. 381—382]. Значительные изменения претерпевают полосы, характеризующие кислородсодержащие группы в алифатической части молекулярной структуры отвержденной ЭДС, а также метиленовые и метильные группы. Заметно снизилась интенсивность полос 1110 $см^{-1}$ (простая алифатическая связь C—O—C) и 1125 $см^{-1}$ (C—O в —C—OH [1, 3]), причем после облучения дозой 300 Мрад максимум полосы 1110 $см^{-1}$ исчезает полностью. С ростом дозы снижается интенсивность и полностью исчезают полосы 1420 $см^{-1}$ (CO в $COCH_2$), 950 $см^{-1}$ (полоса эфирной связи, образовавшейся в результате превращения эпокси-группы), 3450 $см^{-1}$ (ν OH), 2870 и 2830 $см^{-1}$ (ν CH_2). Приведенные изменения характеризуют глубокие превращения в алифатической части химической структуры отвержденных ЭДС, характеризующиеся более интенсивной, чем на воздухе, деструкцией по связи кислород оксифенильного радикала — углерод алифатической цепочки, взаимодействием образующихся радикалов с химически активными частицами среды, превращениями кислородсодержащих групп и образованием новых кислородсодержащих соединений. Наличие последних обнаруживается по появлению полос 1700 и 1780 $см^{-1}$, характеризующих колебания C=O-групп в сложных эфирах и кетоспиртах [4]. Последние могут образоваться в результате взаимодействия алифатического радикала (продукта радиационной деструкции молекул ЭДС, содержащих радиационно окисленный гидроксил в алифатической части) с OH-радикалами или OH^--анионами, возникающими в процессе радиолиза соляной кислоты [6]. Сложные эфиры могут образоваться в результате взаимодействия свободных радикалов при радиационной деструкции отвержденной ЭДС по простой эфирной связи в алифатической цепочке [1]. Как и при облучении на воздухе и в вакууме [1], в спектрах Пк, облученного в HCl, появляется полоса 1650 $см^{-1}$ (C=C— или C=N-группы в цепи ТЭТА) и исчезает полоса амина 2820 $см^{-1}$, что говорит о химических превращениях в цепи ТЭТА. Полоса C=O-групп ДБФ не снижает интенсивности после облучения до 300 Мрад. Уширение полосы, по-видимому, вызвано наложением полос с максимумами 1700 и 1780 $см^{-1}$. В данном случае можно заключить, что пластификатор в совокупности с другими компонентами покрытия образует устойчивую систему, не подвергается химическим превращениям, затрагивающим бензольную структуру его молекулы, и не мигрирует из пленки Пк. Вырождение дублета 1368, 1390 $см^{-1}$ гем-диметильной группы в одиночную линию более высокой интенсивности, напоминающую по форме и расположению полосу 1390 $см^{-1}$ спектра ДФП [7, с. 92], свидетельствует об изменении «упаковки» диановой части молекулярной структуры отвержденной ЭДС [1, 3].

Одновременное воздействие азотной кислоты и гамма-излучения (рис. 3) характеризуется появлением после дозы 500 Мрад слабой полосы 1345 $см^{-1}$ (ν_c NO_2) [4], отчетливо проявляющейся в виде дублета 1345, 1368 $см^{-1}$ после облучения дозой 100 Мрад, и интенсивной полосы 1545 $см^{-1}$ (ν_{ac} NO_2) [4]. Как при облучении на воздухе и в вакууме, снижается интенсивность полосы 1585 $см^{-1}$ [1], появляется полоса 1656 $см^{-1}$ (C=C и C=N в структуре ТЭТА) и ее интенсивность растет по мере роста дозы облучения. Как и в случае воздействия воды и соляной кислоты, исчезает полоса 2820 $см^{-1}$ амина, что говорит о превращениях в структуре ТЭТА. В спектрах Пк, выдержанного в HNO_3 без облучения и облученного дозой 100 Мрад, проявляется полоса 750 $см^{-1}$ (δ C—N—O-группы [4]). Отсутствие изменений относительной интенсивно-

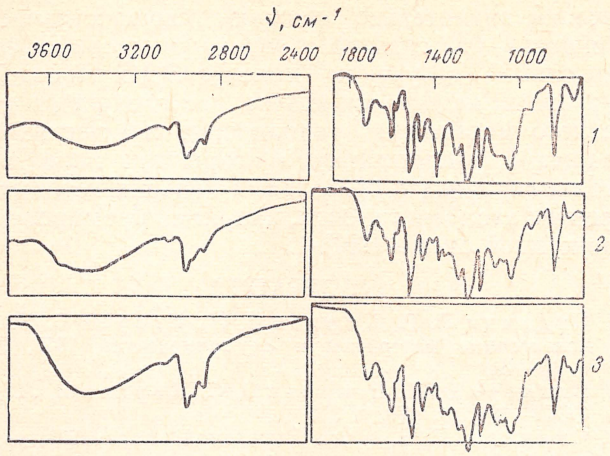


Рис. 3. ИК спектры покрытия на основе Э-41, облученного в 30%-ном растворе азотной кислоты дозами 50 (*2*) и 100 (*3*) Мрад; *1* — спектр Пк, выдержанного в HNO_3 в течение ≈ 1200 ч (время облучения в кислоте дозой 300 Мрад).

сти и вида полос ароматической части молекул смолы в структуре отвержденной смолы свидетельствует о ее относительной устойчивости к одновременному воздействию гамма-излучения и HNO_3. Наблюдаемые изменения в спектре, а именно: появление полос 1345, 1540 и 750 $см^{-1}$ NO_2- группы говорит о развитии реакции нитрования в структуре ТЭТА.

Сравнивая эффекты одновременного воздействия гамма-излучения, воды, соляной и азотной кислот, можно заключить, что характер радиационно-химических превращений во всех случаях различен. Действие воды незначительно отражается на состоянии диановой и защищенной бензольными кольцами алифатической части молекулярной структуры ЭДС. Вместе с тем радиационно-химические превращения в молекулярной структуре ТЭТА и алифатических цепочек, образовавшихся в результате превращения концевых пропиленоксидных групп ЭДС, проявляются более резко, чем при облучении на воздухе и в вакууме. Справедливо заключить, что действие воды, ускоряющее деструкцию, должно проявляться лишь в слоях пленки, насыщенных водой. Таким образом, результирующий эффект деструкции в значительной степени определяется диффузионными характеристиками системы вода — покрытие. Как и в случае воздействия воды, влияние азотной кислоты распространяется в пределах рассматриваемых доз облучения преимущественно на алифатическую часть отвердителя, не затрагивая диановой и защищенной бензольными кольцами алифатической части молекулярной структуры отвержденной ЭДС. Окисление отвержденной ЭДС не отмечается отчетливо при одновременном воздействии гамма-излучения, воды, азотной и соляной кислот, несмотря на то что HNO_3 и некоторые продукты радиолиза воды являются сильными окислителями [8, с. 254—262]. Относительная устойчивость эпоксидных Пк к действию окислителей объясняется, вероятнее всего, антиокислительным эффектом влияния фенильных радикалов. Химические превращения наиболее резко выражены в случае воздействия HCl и затрагивают не только структуру отвердителя и пластификатора, но и диановую часть молекул ЭДС. Высокая активность HCl объясняется, по-видимому, способностью атомарного хлора, образующегося в процессе радиолиза HCl, к присоединению к бензольному кольцу в *о*- и *м*-положение по отношению к заместителям, имеющимся в бензольных кольцах диановой части молекул ЭДС [9, с. 514, 516, 703—706]. Возможность присоединения хлора к бензольному кольцу молекул ЭДС, как предполагалось выше, представляется весьма вероятной, если учесть, что его нахождение в *о*- и *м*-положениях совпадает со склонностью хиноидов и оксифенильных радикалов, образующихся при радиационной деструкции ЭДС [3, 10], к присоединению в положение 1,4 от кислорода. В противоположность этому, OH- и NO_2-группы, образующиеся при радиолизе воды и HNO_3, проявляют бóльшую склонность к присоединению в положение 3 от атома кислорода [9], которое занято заместителями в бензольных кольцах диановой части молекул смолы. В результате химические превращения в случае воздействия воды и азотной кислоты затрагивают лишь алифатическую часть молекул отвержденной ЭДС, преимущественно структуру ТЭТА.

Наблюдаемые превращения подтверждают высказанные ранее соображения о механизме радиационной деструкции ЭДС [3, 10]. Так, наличие в случае воздействия HCl 1,2,4,-замещенного бензольного кольца, наряду с данными о возникновении связи C—Cl, свидетельствуют об образовании в результате радиационной деструкции ЭДС 1,4-замещенного бензольного кольца, а именно оксифенильных и хиноидных групп [3, 10], что хорошо согласуется с предложенным ранее механизмом радиационной деструкции ЭДС [3, 10].

Исследование методом ЭПР порошкообразного продукта хемо-радиационной деструкции исследуемого Пк в HCl показало отсутствие парамагнитных частиц, наличие которых характерно для неотвержденных и отвержденных ЭДС, облученных в вакууме и на воздухе (спектр одиночной линии структур с полисопряжением ΔH=5—8 э) [1, 3, 10]. Отсутствие структур с полисопряжением является подтверждением предложенного ранее механизма радиационной деструкции ЭДС [1, 3, 10] и согласуется с выводами о возможности присоединения хлора к оксифенильным и хиноидным группам при облучении покрытий в соляной кислоте, а именно: присоединение хлора в положение 1,4- должно препятствовать образованию полисопряженных структур, что подтверждается данными ЭПР.

Если принять во внимание, что окрашивание облученных неотвержденных и отвержденных ЭДС вызвано накоплением в твердом продукте радиолиза полисопряженных структур [1, 3, 10], то белый цвет продуктов хемо-радиационной деструкции пленок исследуемого Пк в соляной кислоте и воде также является подтверждением высказанных соображений о взаимодействии продуктов радиолиза жидких сред с оксифенильными радикалами. Это препятствует образованию полисопряженных структур.

Некоторые реакционноспособные частицы: радикалы — $\dot{H}$, $\dot{O}H$; ионы — OH^-, H^+ и молекулярные

продукты — H_2, O_2, H_2O_2 содержатся в соизмеримых количествах в продуктах радиолиза воды, соляной и азотной кислот [6; 11, с. 328]. Однако качественные изменения различны в случае воздействия на Пк указанных факторов, что по-видимому, объясняется различной химической активностью анионов (OH^-, NO_3^-, Cl^-) и вторичных продуктов, образующихся при взаимодействии анионов со средой (например, H_2O_2, NO_2, ClO_2, Cl, Cl_3, H_2, O_2). Кроме того, на конечный эффект взаимодействия жидких сред с Пк должна оказывать влияние степень диссоциации электролита. На основании рассмотренных экспериментальных данных показано, что анионы, образующиеся в исследуемых жидких средах в результате химической или радиационно-химической диссоциации, могут быть расположены в ряд по мере возрастания их химической активности при одновременном воздействии излучения и жидких сред: OH^-, NO_3^-, Cl^-. При этом учитывается не только активность самих анионов, но и вторичных продуктов, образующихся при их взаимодействии со средой.

Таким образом, промышленные ЭРС среднего и повышенного молекулярного веса могут быть эффективно применены в качестве основы Пк, эксплуатируемых в условиях одновременного воздействия воды, азотной кислоты и ядерного излучения.

Как следует из полученных результатов, эпоксидные Пк, стойкие в солянокислых средах при отсутствии облучения, в случае воздействия ядерных излучений значительно снижают свою химическую стойкость, что связано с активным хлорированием бензольной структуры молекул ЭДС. Преодолеть указанный недостаток можно, как следует из выявленного механизма радиационно-химических превращений, применением в покрытиях таких ЭДС, атомы водорода в бензольных кольцах которых замещены атомами галоида, например бромированной эпоксидной смолы БЭП-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидякин П. В., Карпов В. Л., Егоров Б. Н. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 4, с. 45—49.
2. Бакаева В. П., Егорова З. С., Карпов В. Л. ДАН СССР, 1966, т. 170, с. 868.
3. Сидякин П. В. и др. Высокомол. соед., 1971, т. А13, с. 2195.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Пер. с англ. М., «Мир», 1965. 216 с.
5. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. Пер. с англ. М., Издатинлит, 1957. 444 с.
6. Бугаенко Л. Т., Моралев В. М. Журн. неорг. химии, 1966, т. А11, с. 838.
7. Большаков Г. Ф., Глебовская Е. А., Каплан З. Г. Инфракрасные спектры и рентгенограммы гетероорганических соединений. М., «Химия», 1967. 175 с.
8. Пшежецкий С. Я. Механизм и кинетика радиационно-химических реакций. М., «Химия», 1968. 368 с.
9. Каррер П. Курс органической химии. Л., Госхимиздат, 1960. 1216 с.
10. Сидякин П. В., Карпов В. Л., Егоров Б. Н. «Химия высоких энергий», 1972, т. 7, с. 193.
11. Своллоу А. Радиационная химия органических соединений. М., Издатинлит. 408 с.

УДК 667.6:66.095.268

Радиационное отверждение полиэфиракрилатных покрытий на металле

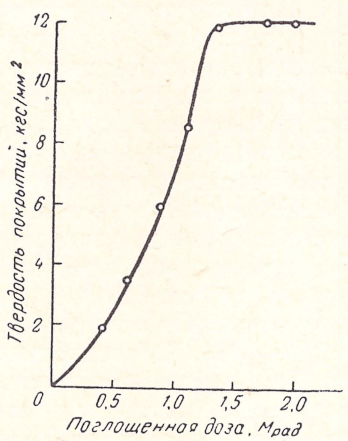
(Краткое сообщение)

В. Е. ПОСПЕЛОВ

(ГИПИ ЛКП)

В последние годы все большее внимание проявляется к отверждению полимерных покрытий под действием ионизирующих излучений*. В данном сообщении представлены результаты исследования возможности отверждения рентгеновским облучением (с постоянной мощностью дозы) нанесенной на металл эмали ПЭ-126 черной, в рецептуру которой входят в качестве связующих полиэфиракрилаты МГФ-9 и «7-20».

Отверждение лакокрасочных материалов под действием рентгеновского излучения проводили в отсутствие инициаторов и ускорителей полимеризации. Облучение проводили в лаборатории радиа-



Зависимость твердости покрытий на основе эмали ПЭ-126 от поглощенной дозы.

* Троенко В. И., Поспелов В. Е. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1971, № 5, с. 80—84; Китаев А. Д., Караськов Г. И., Ширяева Г. В., там же, 1972, № 6, с. 46—48.

Методы контроля, анализа и испытаний

УДК 678.026.3:62-492.2:620.199

Методы исследования физико-химических свойств порошковых красок

С. В. ЯКУБОВИЧ, Ф. М. СМЕХОВ, Т. А. АМФИТЕАТРОВА, Н. Л. МАСЛЕННИКОВА, С. Б. ШАЙКЕВИЧ

(ГИПИ ЛКП)

Специфика физического состояния порошковых красок, условия их хранения и нанесения, а также пленкообразование из расплава требует применения специальных методов исследования. При этом частично могут быть использованы методы оценки свойств пигментов и наполнителей [1, с. 68] и других порошкообразных материалов. Попытки систематизации методов контроля качества порошковых красок предпринимались как в СССР [2, 3], так и за рубежом [4], однако эти материалы были опубликованы в специальных изданиях довольно ограниченным тиражом. Поэтому настоящая статья посвящена краткому обобщению указанных методов, их физико-химическим основам и аппаратурному оформлению.

Все используемые нами методы можно разделить на две группы:

— применяемые для оценки свойств, влияющих на способность порошковых красок к нанесению и на их стабильность при хранении;

— характеризующие процесс пленкообразования из расплава на подложке.

При рассмотрении первой группы методов следует отметить тенденцию некоторых порошковых красок к слеживаемости в процессе хранения вследствие агрегирования частиц. Факторами, влияющими на слеживаемость, являются:

а) дисперсионный состав, форма и активность поверхности частиц [5, с. 82; 6, 7];

б) температура стеклования полимерной композиции;

в) влажность и гигроскопичность;

г) климатические (относительная влажность и температура воздуха) и технические (высота слоя, давление и время хранения) условия хранения.

Дисперсионный состав. Для его оценки могут быть использованы ситовой анализ, седиментационный и микроскопический методы; наиболее целесообразным является сочетание первых двух. Ситовым анализом можно определить наличие частиц с размером не менее 40 мкм; при этом оцениваются не истинные размеры частиц, а весовая доля отдельных фракций, задаваемых имеющимся набором сит [8, с. 127; 9, с. 120]. Седиментационный анализ дает возможность определить истинный размер частиц в пределах 1—60 мкм [10, с. 28]. При оценке среднего размера частиц разной величины и их весовой доли с помощью микроскопа само определение относительно просто, однако оно менее объективно и более трудоемко.

При ситовом анализе дисперсионный состав краски выявляется путем сухого просева навески порошка в 50 г через набор сит. Остаток на каждом сите взвешивают и рассчитывают весовую долю

ционной химии МГУ на рентгеновской установке, работавшей в режиме 50 кВ, 100 мА. Для измерения поглощенной дозы применяли метод химической дозиметрии. Радиационное отверждение покрытий проводили на металлических образцах из стали марки Ст. 3 на воздухе при комнатной температуре. Лакокрасочные материалы наносили наливом; толщина пленок после отверждения составляла 60—70 мкм. Процесс радиационного отверждения контролировали путем измерения твердости покрытий по микротвердомеру ПМТ-3.

Из рисунка видно, что радиационное отверждение полиэфиракрилатной эмали ПЭ-126 проходит до значительной степени сшивки, о чем свидетельствует высокое значение твердости покрытий. Данные показывают, что твердость возрастает с увеличением поглощенной дозы, достигая значения 12 кгс/мм^2 при дозе 1,3 Мрад. Дальнейшее облучение рентгеновским излучением не приводит к увеличению твердости пленки.

Таким образом, показана возможность получения полимерных покрытий на металле при радиационном отверждении полиэфиракрилатной эмали ПЭ-126.

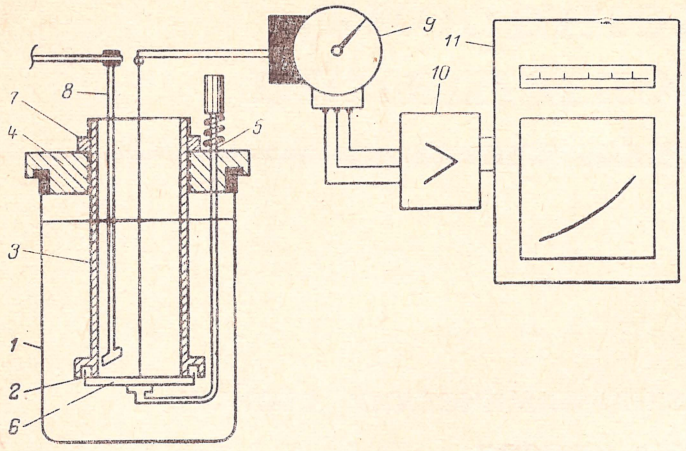


Рис. 1. Принципиальная схема прибора для седиментационного анализа порошковых красок:

1 — внешний цилиндр; *2* — паз внутреннего цилиндра; *3* — внутренний цилиндр; *4* — крышка; *5* — прижимное устройство; *6* — чашечка; *7* — контргайка; *8* — мешалка; *9* — торзионные весы; *10* — компенсационный усилитель; *11* — самопишущий потенциометр ЭПП-09

данной фракции в процентах от первоначальной навески. При седиментационном методе нами используется прибор конструкции МХТИ им. Д. И. Менделеева [11]. Применение автоматического самопишущего потенциометра, модернизированного для записи кинетики оседания частиц, значительно облегчает проведение определения.

Прибор (рис. 1) состоит из внешнего стеклянного цилиндра *1*, в который помещается дисперсионная среда, и внутреннего цилиндра *3* из органического стекла с металлической чашечкой *6*. Цилиндр *3* предназначен для ограничения седиментационного столба в процессе оседания частиц. Чашечка связана с коромыслом торзионных весов *9*.

В качестве дисперсионной среды для порошковых красок используется водный раствор (0,5 г/л) ПАВ — триэтанолового мыла, Проксамина-365 или моющего средства «Лотос». Выбор ПАВ зависит от природы исследуемого порошка.

Для определения размера частиц применяют закон Стокса, устанавливающий зависимость между размером частиц и скоростью их оседания. По результатам эксперимента рассчитывают и строят дифференциальную и интегральную кривые распределения частиц по размерам в соответствии с известной методикой [12, с. 87].

Температура стеклования. Как известно [13, с. 84], сегментальная подвижность аморфного полимера или полимерной композиции* реализуется в области температур перехода из стеклообразного состояния в высокоэластическое (вязкотекучее — в случае низкомолекулярных смол). Эта область обычно определяется по значению температуры стеклования (T_c). Если температура окружающей среды близка к T_c, то сегментальная подвижность приводит к сцеплению частиц порошка за счет взаимной диффузии сегментов макромолекул, расположенных на поверхности частиц. Следовательно, T_c должна быть выше температуры хранения порошка.

* Порошковые краски на основе кристаллических полимеров характеризуют величиной температуры плавления ($T_{пл}$).

Для определения T_c порошковых смол и красок нами используется термомеханический метод, основанный на определении деформируемости образца при разных температурах под действием периодически прикладываемой постоянной нагрузки. Метод позволяет определить и температуру текучести ($T_т$), связанную с переходом полимера из высокоэластического состояния в состояние вязкого течения. Для порошковых полимеров оценка $T_т$ представляет не только научный, но и практический интерес [14]. Исследования показали, что нежелательны ни чрезмерно низкие, ни весьма высокие значения $T_т$: при низких значениях порошковая краска может при расплавлении стекать с острых граней окрашиваемого изделия, при высоких — процесс химического структурирования системы может в отдельных точках опережать полную коалесценцию частиц, что приведет к образованию дефектного покрытия. Для порошковых красок на основе высокомолекулярных термопластов величина $T_т$ также не должна быть слишком высока, так как это может повышать температуру пленкообразования.

Используемая нами установка для термомеханических исследований выполнена на базе вертикального оптиметра — длинномера ИЗВ-1; принцип ее действия аналогичен динамометрическим весам В. А. Каргина [15].

Образцы порошковых материалов, спрессованных в виде таблеток высотой 3,5—4,0 и диаметром 10 мм, подвергаются деформации сжатия при периодическом приложении выбранной нагрузки от 2 до 100 кгс/см². Время приложения нагрузки (10 с) задается специальным электронным реле времени.

Конструкция держателя образцов и термостата позволяет испытывать 12 образцов параллельно в интервале от 20 до 200 °С. Регулирование температуры термостата и измерение температуры образца осуществляется с помощью термопар и автоматических потенциометров. Деформация измеряется с помощью отсчетного микроскопа длинномера в пределах 0,001—1,0 мм с точностью ±0,0005 мм.

Кроме этого, для контроля T_c нами используется метод дифференциально-термического анализа. Определение производится с помощью дериватографа «*МОМ*» (ВНР).

Влажность и гигроскопичность. Эти показатели порошковых красок могут быть определены как весовым, так и аналитическим методами. Они оказывают большое влияние на слеживаемость порошка; кроме того, при высокой гигроскопичности большое количество поглощенной влаги может играть роль пластификатора, снижающего T_c композиции. Вместе с тем ухудшается способность порошка к нанесению и качество сформированных покрытий.

Нами был опробован ряд методов определения влажности порошковых красок: путем сушки под инфракрасной лампой в термостате при 50 °С в течение 1—2 ч, сушки над водоотнимающим средством (пятиокись фосфора); методом термогравиметрии (ДТА) и титрованием по Фишеру. Сравнительные результаты опытов с акриловыми порошковыми красками разных фирм показывают, что ДТА и титрование реактивом Фишера дают близкие значения влажности (например, 0,67 и 0,68%),

которые несколько выше результатов, полученных остальными методами (0,43—0,52%). По-видимому, этими методами определяют общее содержание влаги, а остальными — только влагу, адсорбированную на поверхности частиц.

Наиболее простым и быстрым методом оценки влажности порошковых красок является сушка под инфракрасной лампой.

Для определения гигроскопичности образцы выдерживаются в атмосфере с 96—97% относительной влажности при комнатной температуре; периодически определяется величина их привеса.

Плотность порошковых красок зависит от плотностей пленкообразующего полимера, пигментов и наполнителей, а также от содержания последних в композиции [7]. Определение плотности производится нами методом гидростатического взвешивания [16, с. 114] таблетки, полученной путем горячего прессования при температуре на 10—15 °С выше T_c композиции. Применяют специально оборудованные аналитические весы, торзионные весы или весы Мора-Вестфаля с ценой деления 0,001 г. В качестве среды используется дистиллированная вода или неполярные жидкости с температурой 20±2 °С.

Насыпная масса, т. е. отношение массы известного количества краски к занимаемому ею объему при свободном насыпании, весьма важна при упаковке порошковых красок, а также загрузке их в бункера и дозирующее оборудование. Определение насыпной массы и массы утряски производится весовым методом; используют стеклянные мерные цилиндры емкостью 50—200 мл. Утряска порошков осуществляется с помощью механического встряхивателя или вручную [1, с. 70].

Сыпучесть порошка зависит от величины трения и прочности контактов между частицами. В качестве критерия оценки сыпучести порошковых красок используют угол естественного откоса, угол внутреннего трения, скорость высыпания порошка через отверстие конкретного сечения [8, с. 124]. Нами этот показатель оценивался путем определения угла естественного откоса (угла, образуемого порошком с горизонтальной поверхностью при его свободном насыпании) методом Якубовича — Терехова [1, с. 103]. Метод сводится к измерению угла, образованного откосом высыпанного порошка с поверхностью дна сосуда.

Стабильность порошковой краски при хранении нами оценивается с помощью определения ее сыпучести или гранулометрического состава. В последнем случае используется седиментационный метод.

Моделирование жестких условий хранения осуществляли при выдерживании образцов в термостате в течение 10 ч при 40 °С (верхний вероятный предел температур хранения). В результате такой выдержки происходит смещение максимума дифференциальной кривой распределения частиц по размерам в область бо́льших радиусов, что свидетельствует об уменьшении доли тонкодисперсной фракции и агломерировании частиц (рис. 2).

Способность к растеканию. При отверждении порошковых покрытий на вертикально расположенных поверхностях большое значение имеет способность расплавленных композиций к растеканию [2, 4],

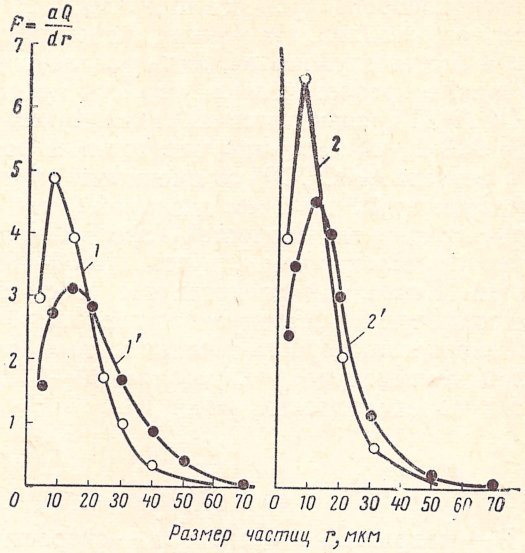


Рис. 2. Дифференциальные кривые распределения порошковых красок по радиусам частиц:
1 — полиэфирная краска фирмы Bayer; *1'* — то же после выдержки при 40 °С 10 ч; *2* — акриловая краска фирмы Reichold Chemie; *2'* — то же после выдержки при 40 °С 10 ч.

определяемая на таблетках (прессуются без нагрева) с помощью специального приспособления (рис. 3). Основной частью этого приспособления является плоскость, расположенная наклонно под углом 60° к горизонтальной поверхности с направляющими *2*, между которыми помещается стеклянная пластина *3* (фотостекло). Приспособление вместе со стеклом нагревают в термостате при температуре, определяемой режимом отверждения краски. Затем на верхнюю часть стекла укладывают две таблетки; нижняя часть таблеток немного расплавляется и они держатся на наклонной плоскости. После этого приспособление вместе с таблетками помещают на 15 мин в термостат, где порошок расплавляется и расплав стекает по наклонному стеклу.

О способности к растеканию судят по длине следа, оставшегося после стекания расплава. Оптимальная растекаемость соответствует длине следа порядка 7 см.

Вязкость расплавов. Для выбора оптимального режима формирования покрытия из расплава не-

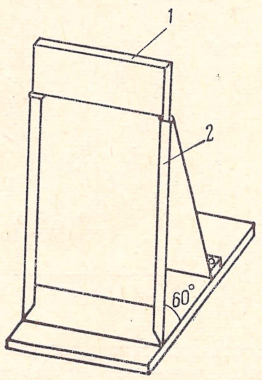


Рис. 3. Приспособление для оценки растекаемости порошков:
1 — стеклянная пластина; *2* — направляющая.

обходим контроль процесса пленкообразования на разных его стадиях. На ранних этапах таким параметром может служить вязкость расплава [14]. Исследование реологических свойств расплавов в ГИПИ ЛКП производится на капиллярном вискозиметре МВ-2 (конструкция института нефтехимического синтеза АН СССР) со сменными капиллярами диаметром от 0,8 до 2 мм и длиной 9 мм, при различных градиентах скоростей деформации, которые создаются наложением грузов (0,05—10 кг) на образец. Последний представляет собой таблетку, спрессованную из исследуемого порошка без нагрева. Измеряется скорость течения материала при заданной температуре в интервале 80—250 °С. Вязкость η определялась по формуле:

$$\eta = \frac{P}{\dot{\varepsilon}}$$

где P — напряжение сдвига; $\dot{\varepsilon}$ — скорость деформации.

P и $\dot{\varepsilon}$ рассчитывались по скорости истечения расплава через капилляр определенного диаметра под действием выбранного груза.

Согласно известному уравнению, температурная зависимость вязкости описывается экспонентой [17, с. 20]:

$$\eta = Ae^{\frac{-U}{RT}}$$

где U — энергия активации вязкого течения; T — температура; R — универсальная газовая постоянная; A — коэффициент.

Отклонение от этого закона экспериментальной кривой свидетельствует о побочных процессах, которые протекают в расплаве, начиная с определенных температур. На рис. 4 в качестве примера приведены кривые температурной зависимости вязкости расплава двух акриловых порошков. У термореактивного сополимера (кр. *1*) η проходит через минимум при 150 °С; дальнейшее ее увеличение обусловлено началом образования пространственной сетки химических связей. У термопластичного сополимера (кр. *2*) температурное изменение η близко к экспоненциальной зависимости.

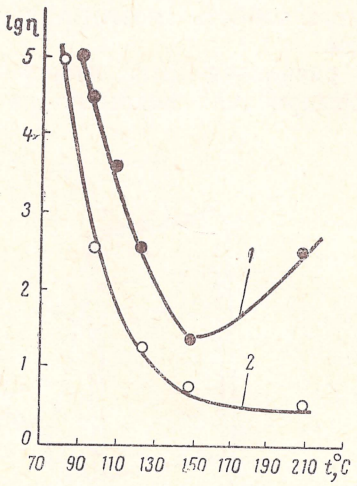


Рис. 4. Зависимость вязкости расплавов порошковых акриловых полимеров от температуры:

1 — термореактивная смесь карбоксилсодержащего и глицидилсодержащего сополимеров; *2* — термопластичный карбоксилсодержащий сополимер.

Для получения покрытий с удовлетворительными свойствами минимальная вязкость расплава при температуре пленкообразования должна быть порядка 10^3—10^4 П; при более низких значениях расплав будет стекать с изделия.

Величина температурного и временного интервала между переходом полимера в расплав и началом отверждения обусловливает качество покрытий. Если за этот довольно короткий промежуток времени реализуется полное смачивание полимером подложки и на границе раздела успевают завершиться релаксационные процессы, то это способствует росту адгезии покрытий и их защитных свойств.

Краевой угол смачивания. К числу наиболее важных параметров процесса пленкообразования из расплава (наряду с реологическими свойствами расплава) относится его поверхностное натяжение. О величине последнего часто судят по краевому углу смачивания θ (углу, образованному касательной к поверхности раздела капля жидкости — газ — твердое тело). Он определяется по известным формулам [18, с. 105; 19].

Характеристики капли расплава — ее длина и высота — определяются нами с помощью горизонтального отсчетного микроскопа при увеличении ×15. Основной частью установки является горизонтально расположенная цилиндрическая печь, снабженная термостойкими смотровыми окнами. В печь помещается тщательно обработанная стеклянная или металлическая пластина с небольшой таблеткой из порошковой краски.

Исследование показало, что для характеристики растекания расплава важно определить не только абсолютное значение θ, но и его температурную зависимость. Чем выше температурный коэффициент θ, тем лучше материал растекается по поверхности окрашиваемого изделия, что является одним из условий достижения сплошности и высоких декоративных свойств покрытия.

Совокупность всех вышеизложенных методов позволяет контролировать качество порошковых красок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубович С. В. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. М., Госхимиздат, 1952. 480 с.
2. Якубович С. В. и др. В кн.: Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. ЛДНТП, 1967, ч. 2, с. 70—84.
3. Якубович С. В. и др. В кн.: Достижения в производстве порошковых полимерных материалов и покрытий на их основе. ЛДНТП, 1973, с. 89—93.
4. Bullivaut P. G. Pigment Resin technol., 1972, v. 1, № 10, p. 28—30.
5. Пестов Н. Э. Физико-химические свойства зернистых порошкообразных химических продуктов. М., АН СССР, 1947, 432 с.
6. Rogers W. M. Am. Paint J., 1972, № 44, p. 20.
7. Oesterle K. M. J. Oil Colour Chem. Assoc., 1965, v. 48, № 10, p. 897—935.
8. Яковлев А. Д., Здор В. Ф., Каплан В. И. Полимерные порошковые материалы и покрытия на их основе. Л., «Химия», 1971. 253 с.
9. Ходаков Г. С. Основные методы дисперсионного анализа порошков. М. Стройиздат, 1968. 280 с.

10. Фигуровский Н. А. Седиментационный анализ. М., АН СССР, 1948. 332 с.
11. Тихонов А. П., Цюрупа Н. Н. Зав. лаб., 1971, т. 37, № 1, с. 117—118.
12. Цюрупа Н. Н. Практикум по коллоидной химии. М., «Высшая школа», 1963. 184 с.
13. Каргин В. А., Слонимский Г. Л. Краткие очерки по физико-химии полимеров. М., «Химия», 1967. 232 с.
14. Holda E. M. J. Paint Technol., 1972, v. 44, № 570, p. 75—82.
15. Соголова Т. И., Слонимский Г. Л. Журн. ВХО им. Д. И. Менделеева, 1961, т. 6, № 4, с. 389.
16. Вайсбергер А. Физические методы в органической химии. Пер. с англ. Издатинлит, т. I, 1950. 582 с.
17. Мидлман С. С. Течение полимеров. М., «Мир», 1971, 230 с.
18. Путилова И. Н. Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии. М. Госхимиздат; 1950. 292 с.
19. Ditte R. H., Johnson B. F. J. of Adhesion, 1970. № 1, p. 61—63.

УДК 535.243:547.538.141+678.652'737'21+547.495.9

Определение содержания стирола, меламино-формальдегидной смолы и дициандиамида в лакокрасочных композициях методом инфракрасной спектроскопии

В. Р. ЗЛОБИНА, Г. В. РУДНАЯ, Е. С. ПРЯХИНА, А. В. УВАРОВ
(ГИПИ ЛКП)

Количественное определение содержания компонентов лакокрасочных материалов быстрым и надежным методом инфракрасного спектрального анализа известно в литературе [1—3], но используется недостаточно.

Целью настоящей работы является расширение области применения ИК спектроскопии (ИКС) для анализа лакокрасочных материалов.

Большинство лакокрасочных систем растворяется в смеси растворителей, однако анализ методом ИКС растворов затруднен, так как полосы поглощения отдельных компонентов раствора полностью перекрываются полосами поглощения растворителей. Поэтому анализировали пленки связующих из тех растворов, которые обычно применяют на практике. Регистрацию спектров проводили на спектрофотометрах UR-10 фирмы «Карл Цейсс» и H-800 фирмы «Хильгер».

Нами разработаны методики определения следующих компонентов в связующих:

— стирола в сополимерах с метил- и бутилметакрилатами;

— меламино-формальдегидной смолы (в меламино-эпоксидных системах и меламино-алкидно-акриловых композициях);

— дициандиамида (ДЦДА) в эпоксидной смоле.

Для построения калибровочных графиков были приготовлены эталонные смеси:

— эпоксидной смолы ЭД-20 с меламино-формальдегидной К-421-04, содержащие от 5 до 20% смолы К-421-04;

— алкидно-акриловой смолы АС-1 с меламино-формальдегидной К-421-04, содержащие от 5 до 20% смолы К-421-04;

— эпоксидной смолы ЭД-20 с ДЦДА, который вводили в смолу в виде 10%-ного раствора в метилцеллозольве (содержание ДЦДА в смесях от 3 до 10%);

— сополимеров стирола с метил- и бутилметакрилатами. Сополимеризацию метакрилатов со стиролом (от 5 до 40%) проводили в растворе ксилола. В полученных сополимерах количество акриловых компонентов определяли методом газожидкостной хроматографии [4].

Оптические плотности (D) всех полос поглощения определяли по методу базисной линии [5]. Для количественного анализа указанных компонентов измеряли оптические плотности при частотах: 700 $см^{-1}$ — полоса деформационных колебаний CH в монозамещенном ароматическом кольце (стирол), 1735 $см^{-1}$ — полоса поглощения C=O сложноэфирной группы в акриловых и алкидно-акриловых смолах, 2200 $см^{-1}$ — полоса поглощения связи C≡N в ДЦДА, 1570 $см^{-1}$ — деформационные колебания триазинового кольца в меламино-формальдегидной смоле, 833 $см^{-1}$ — полоса поглощения пара-замещенного бензольного кольца в эпоксидной смоле. Затем вычисляли отношение оптических плотностей, указанных на рисунке.

Построение калибровочных графиков. Из раствора соответствующей системы на пластинки каменной соли наносили ровные пленки, выдерживали их в термостате при 100 °С в течение 15 мин и регистрировали спектр пленки. Толщину пленки контролировали по интенсивности полос поглощения при 1735 $см^{-1}$ или 833 $см^{-1}$ (оптические плотности этих полос обычно имели величины 0,6—0,7 при пропускании в максимуме 18—20%).

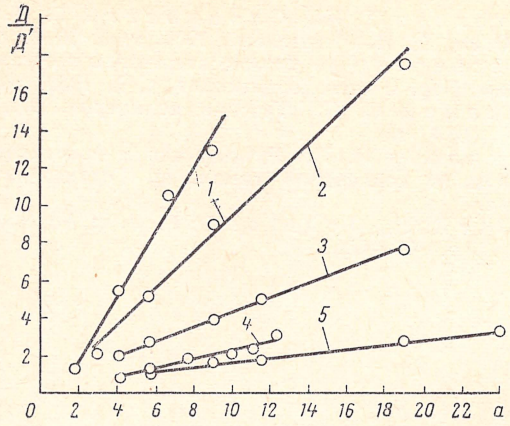
Полученные градуировочные графики (см. рисунок) выражают зависимость D/D' от a, где D — оптическая плотность при частотах 1735 или 833 $см^{-1}$; D' — оптическая плотность при частотах 700, 2200 или 1570 $см^{-1}$ в зависимости от анализируемого компонента.

$$a = \frac{100 - C}{C}$$

где C — содержание компонента, %.

На рисунке показан также калибровочный график для алкидно-меламиновой композиции, представляющей смесь смол К-421-04 и ЭФГЛ-40 на α-разветвленных кислотах. Приведенные данные показывают, что графики различны для алкидно-меламиновой и алкидно-акрилово-меламиновой систем.

Проведение анализа. На пластинку каменной соли из раствора наносят ровную пленку анализируемого образца [5], подсушивают ее при 100 °С в течение 15 мин до практическо-



Зависимость отношения оптических плотностей от соотношения концентраций компонентов в системах стирольно-акриловой D_{1735}/D'_{700} (*1*), алкидно-меламиновой D_{1735}/D'_{1570} (*2*), алкидно-акрилово-маламиновой D_{1735}/D'_{1570} (*3*), эпоксидно-меламиновой D_{833}/D'_{1570} (*4*) и эпоксидно-дициандиамидной D_{833}/D'_{2200} (*5*).

го удаления растворителей*, записывают спектр в соответствующей области и вычисляют отношение оптических плотностей аналитических полос поглощения. По градуировочному графику определяют отношение концентраций компонентов. Содержание определяемого компонента (%) равно:

$$C = \frac{100}{a+1}$$

Разработанные методики позволяют определять содержание стирола в сополимерах с метакрилатами, ДЦДА в эпоксидных покрытиях и меламиноформальдегидной смолы в смесях с эпоксидными и алкидно-акриловыми смолами.

По искусственным смесям было найдено отклонение результатов, полученных по калибровочным графикам, от действительных, которое составило ±(0,5—1,2) для кривых 1—5 (в абс. %).

Статистическая обработка результатов этих измерений показала, что найденные величины являются однородными для всех пяти калибровочных кривых. Для минимального значения +0,5 абс. % $V=1{,}5$, что соответствует вероятности $\beta>0{,}1$ и свидетельствует об однородности найденных величин [6, с. 38]. Поэтому представлялось достаточным провести статистический анализ результатов, полученных по одному из приведенных калибровочных графиков (кривая *4*). Для этого графика была найдена величина F критерия=21,4, что меньше F табличного при $P=0{,}05$, $K_1=2$, $K_2=1$ [6, с. 40]; это указывает на статистическую надежность данных, полученных по предлагаемому методу.

* В области ИК спектра, используемой для анализа, растворители должны быть прозрачными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ianik A. Chem. Anal., 1966, v. 11, № 3, p. 595—601.
2. Ianik A. Chem. Anal., 1967, v. 12, № 1, p. 87—92.
3. Bužicka B., Rajkiewicz M. Chem. Anal., 1971, v. 16, № 1, p. 77—84.
4. Злобина В. Р. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1972, № 6, с. 55—56.
5. Brown W. H. e. a. Offic. Digest, 1961, v. 33, № 434, p. 50—60.
6. Алесковский В. Б. и др. Физико-химические методы анализа. Л., «Химия», 1971. 423 с.

УДК 620.192.25:620.1.052.5

Автоматическая установка для изучения структурно-механических свойств паст

В. П. НОВИКОВ, В. В. БАЕНКЕВИЧ, И. В. СУРИКОВ, Л. П. ЛАВРИЩЕВ, В. М. РУБШТЕЙН, Н. Н. ЦЮРУПА

(ГИПИ ЛКП, МХТИ им. Д. И. Менделеева)

Одним из распространенных методов изучения структурно-механических свойств паст является метод тангенциального смещения пластинки, разработанный С. Я. Вейлером и П. А. Ребиндером [1] и усовершенствованный А. А. Трапезниковым [2]. С помощью этого метода возможно, кроме непосредственного определения деформационно-прочностных свойств паст, также исследование тиксотропии, влияния времени перетира на реологические свойства паст [3, 4] и т. д.

Основным конструктивным недостатком существующих приборов (на основе этого метода) служит визуальный отсчет величины смещения пластинки (деформации пасты), что обусловливает относительно невысокую точность (погрешность 5—7%). Описанная нами установка, разработанная и изготовленная в ГИПИ ЛКП, отличается не только высокими метрологическими качествами и полной автоматизацией основных операций, но и автоматической регистрацией результатов испытаний. Регистрируемыми с высокой точностью параметрами являются и деформация, и нагрузка, при которой происходит сдвиг пасты.

Установка включает три блока (рис. 1): динамометр *I*, блок согласования *II* и двухкоординатный самописец ЛКД-4 *III*. Динамометр, смонтированный на базе аналитических весов (рис. 2), состоит из рычажной системы *1*, что обусловливает высокую чувствительность прибора, термостата и кюветы с образцом *2*, силоизмерительного узла *3*, узла регистрации деформации *4* и узла привода *5*.

Пигментной пастой заполняют кювету на специальном приспособлении, которое позволяет правильно заполнить рабочий объем кюветы и точно

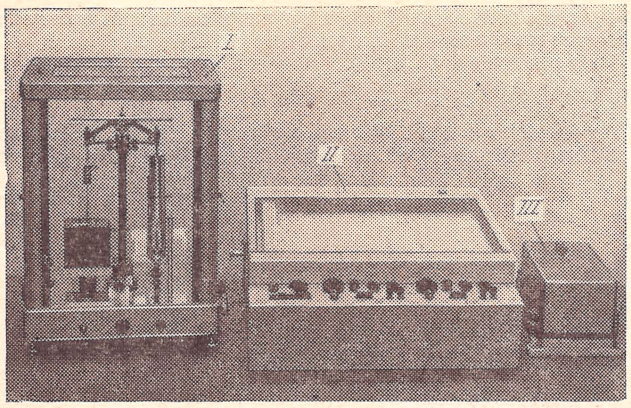


Рис. 1. Автоматическая установка для изучения структурно-механических свойств паст:
I — динамометр; *II* — блок согласования; *III* — двухкоординатный самописец.

установить подвижную гофрированную пластинку. Кювета с пастой и гофрированной пластинкой помещается в термостат *2*, в латунном корпусе которого размещены каналы для циркуляции теплоносителя. Для закрепления вставленной кюветы и лучшей теплопередачи одна из стенок термостата выполнена в виде отдельного подвижного вкладыша, прижимаемого пружиной к кювете. Камера термостата в своей верхней части закрывается двумя подвижными крышками. Термостат помещается на подъемный столик, благодаря которому легко удается соединить верхний конец гофрированной пластинки с левым плечом коромысла.

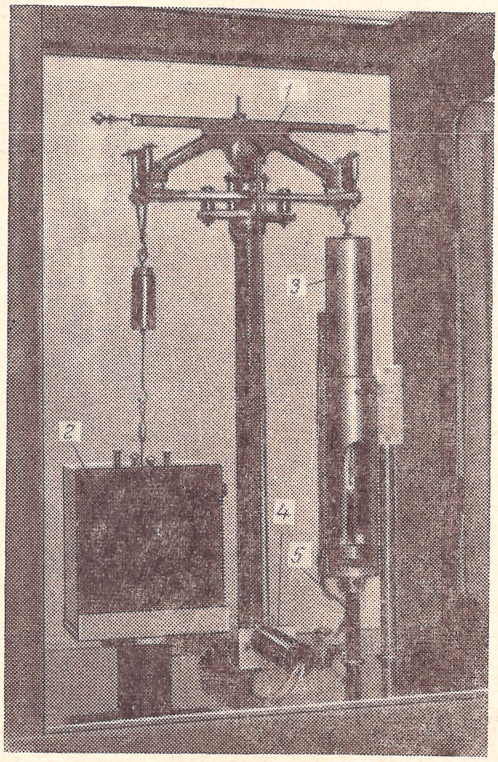


Рис. 2. Динамометр:
1 — рычажная система; *2* — термостат; *3* — силоизмерительный узел; *4* — узел регистрации деформации; *5* — узел привода.

Правое плечо коромысла при помощи стержня индуктивного передатчика и цилиндрической калибровочной пружины соединяется с ходовым винтом *5* узла электромеханического привода прибора. Нагрузка на образец прикладывается при движении ходового винта вниз (привод, состоящий из двухступенчатого редуктора и электродвигателя, обеспечивает две скорости перемещения: 1 мм/мин и 10 мм/мин). Приложенное к образцу усилие приводит к растяжению пружины, максимальная величина которого, соответствующая максимальной нагрузке, составляет 40 мм. Величина растяжения пружины, соответствующая определенной нагрузке, регистрируется индуктивным датчиком *3*. Сигнал, снимаемый с индуктивного трансформаторного датчика, преобразуется и поступает на вход *Y* двухкоординатного самописца.

Набор динамометрических пружин позволяет проводить исследования в следующих диапазонах испытательных нагрузок: 0—26, 0—100, 0—520 г.

Нагрузка, приложенная к гофрированной пластинке, вызывает сдвиг (деформацию) в исследуемой пасте. Величина деформации с точностью 20 мкм регистрируется фотоэлектрическим датчиком *4*. Сигнал с фотоэлектрического датчика преобразуется и поступает на вход *X* двухкоординатного самописца.

Площадь пластинки равна 1,32 см². Напряжение сдвига определяется как нагрузка, отнесенная к удвоенной площади пластинки.

На рис. 3 показаны две кривые «напряжение сдвига — деформация» для пасты, состоящей из 40 вес. % TiO_2 и 60 вес. % медицинского вазелинового масла. Время перетира на приборе Р-1 [5] — 5 мин. Кривые соответствуют двум режимам работы установки при непрерывной автоматической подаче нагрузки (кр. *1* — скорость подачи нагрузки равна 1 мм/мин, кр. *2* — 10 мм/мин). Точками на этом же графике отмечен третий режим работы установки: ручная ступенчатая подача нагрузки со скоростью 1 мм/мин. Подобная методика применялась в работах [3, 4].

Приведенные данные показывают возможность количественного сопоставления деформационно-прочностных свойств паст, исследуемых при ступенчатой и непрерывной подачах нагрузки.

Высокая точность (±1%), стандартность испытаний, автоматическая запись показаний и, следовательно, значительный выигрыш во времени обеспечивают максимальные удобства работы на приборе и большую эффективность исследований.

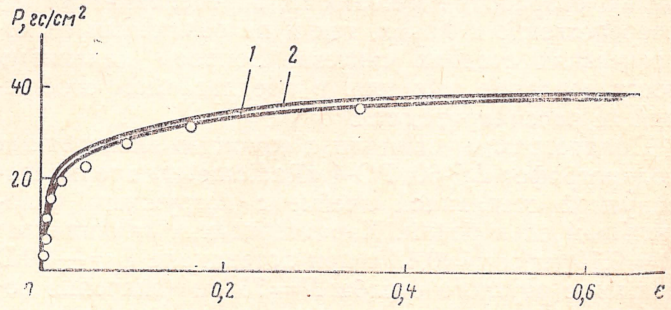


Рис. 3. Зависимость напряжения сдвига от деформации при скорости подачи нагрузки 1 мм/мин (*1*) и 10 мм/мин (*2*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейлер С. Я., Ребиндер П. А. ДАН СССР, 1945, т. 49, № 5, с. 354—357.
2. Щеголев Г. Г., Толмачев А. М., Трапезников А. А. Зав. лаб., 1959, т. 25, № 5, с. 625—627.
3. Чупеев М. А., Трапезников А. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1962, № 1, с. 67—71.
4. Патрикеева М. К., Чупеев М. А., Эльтеков Ю. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 3, с. 22—23.
5. Бронштейн Р. М., Иванова А. С. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1960, № 1, с. 67.

УДК 543.253:678.674

Полярографический анализ кислотных компонентов в ненасыщенных полиэфирах

В. С. СПОРЫХИНА, Л. А. МИРКИНД
(ГИПИ ЛКП)

Для контроля процессов синтеза ненасыщенных полиэфиров и квалификации готовых продуктов необходимы эффективные методы анализа кислотных компонентов в реакционных средах, смолах, лаках и отвержденных пленках. Отечественные полиэфирные лаки изготовляются на основе малеинового ангидрида. При поликонденсации происходит изомеризация малеинатных звеньев в фумаратные. Степень изомеризации является важным качественным показателем смол, характеризующим скорость отверждения, физико-механические свойства, термостойкость и др. [1, с. 129—136]. Наиболее эффективным методом анализа малеинатных стереоизомеров является полярографический [2, с. 135]. Несмотря на то, что изучению их полярографического восстановления посвящено значительное число работ [2—10], систематизированное исследование возможности их раздельного определения в литературе отсутствует. Ранее для анализа лаковых полиэфирных смол была предложена полярографическая методика [8]. Однако разработка новых композиций полиэфирных лаков, новых методов их синтеза (в частности, непрерывный) и отверждения (УФ-лучами, электронным пучком) приводят, с одной стороны, к такому соотношению стереоизомеров, которое превышает разрешающую способность известного метода, а с другой — к появлению в анализируемых системах полярографически активных соединений, маскирующих волны изомеров.

В связи с этим нами предпринято изучение влияния экспериментальных условий на полярографическое поведение малеиновой и фумаровой кислот с целью разработки методик их определения как непосредственно в лаках, так и на различных технологических стадиях синтеза. Вопросы механизма восстановления изомеров в предлагаемом сообщении не рассматриваются.

Полярограммы снимали с помощью электронных полярографов *LP*-60, PO-4 «Radiometer» в термостатируемой стеклянной ячейке с погружным каломельным электродом. Характеристика капилляра: $m=0{,}70$ мг/с; $\tau=0{,}48$ с при потенциале $\varphi=-1{,}0$ В и высоте ртутного столба $H=75$ см (значения потенциалов даны относительно насыщенного каломельного электрода).

Буфер Вальполя (рис. 1). В ацетатно-солянокислотном буферном растворе Вальполя при pH=1,09 оба изомера дают идентичные волны восстановления с потенциалом полуволны $E_{1/2}=-0{,}65$ В. С увеличением pH потенциал полуволны сдвигается в отрицательную сторону. Начиная с pH=5,20 восстановление малеиновой кислоты происходит в две ступени с потенциалами полуволн соответственно $E_{1/2}=-1{,}12$ В (бóльшая по величине волна) и $E_{1/2}=-1{,}35—1{,}39$ В.

Восстановление фумаровой кислоты в этих условиях характеризуется одной волной ($E_{1/2}=-1{,}22$ В), величина которой падает, достигая минимума при pH=6,0—7,0. На фоне 1 н. раствора уксуснокислого натрия (pH=7,0) малеиновая кислота восстанавливается с потенциалом полуволны $E_{1/2}=-1{,}48—1{,}52$ В.

Борно-боратные буферные растворы (рис. 1). В борно-боратном буферном растворе (буфере Палича) исследование проводилось в узком интервале pH (6,77—7,60). Малеиновая кислота в этих условиях дает одну волну ($E_{1/2}=-1{,}48—1{,}50$ В), высота которой уменьшается с увеличением pH. Фумаровая кислота на этом фоне не восстанавливается.

Буфер Бриттона-Робинсона (рис. 2). Исследования восстановления малеиновой и фумаровой кис-

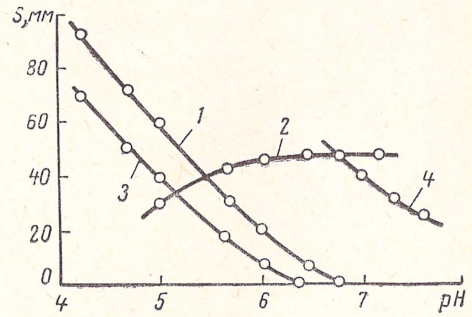


Рис. 1. Изменение высоты полярографических волн в зависимости от природы буферной смеси:
1, 2 — малеиновая кислота в буферной смеси Вальполя ($E_{1/2}=-1{,}12—1{,}13$ В; $E_{1/2}=-1{,}35—1{,}39$ В); *3* — фумаровая кислота в том же растворе ($E_{1/2}=-1{,}22$ В); *4* — малеиновая кислота в борно-боратном буферном растворе ($E_{1/2}=-1{,}48—1{,}52$ В).

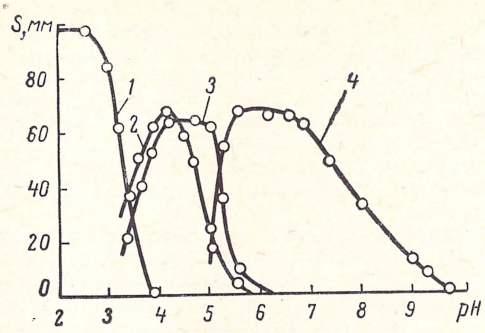


Рис. 2. Зависимость высот полярографических волн изомеров в буферной смеси Бриттона-Робинсона от величины pH:
1 — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —0,75—0,82 В); *2* — фумаровая кислота ($E_{1/2}$ = —1,08—1,12 В); *3* — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —1,08—1,12 В); *4* — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —1,40—1,48 В).

лот на фоне универсальной буферной смеси Бриттона-Робинсона показали, что в сильно кислом растворе оба изомера также дают одинаковую волну восстановления (при pH = 1,51, $E_{1/2}$ = —0,67—0,70 В), а с увеличением pH (2,56—5,02) наблюдается смещение потенциала полуволны, и волны становятся менее четкими.

При pH = 5,02—6,00 оба изомера восстанавливаются в две ступени, причем волна фумаровой кислоты по величине значительно меньше волны малеиновой. В интервале pH = 6,10—7,45 малеиновая кислота дает одну волну с четко выраженным предельным током ($E_{1/2}$ = —1,40 В). В более щелочных растворах высота волны резко падает, уменьшаясь до нуля при pH > 10. Фумаровая кислота при pH ⩾ 6,1 полярографически неактивна.

Аналогичным образом проявляется восстановление малеиновой и фумаровой кислот на фоне фосфатного буферного раствора (рис. 3).

Аммонийно-аммиачные буферные растворы (рис. 4). При изучении восстановления изомеров на фоне аммонийно-аммиачного буферного раствора было установлено, что при pH = 5,16—6,6 малеиновая кислота восстанавливается, давая одну волну ($E_{1/2}$ = —1,30 В). Фумаровая кислота при этих

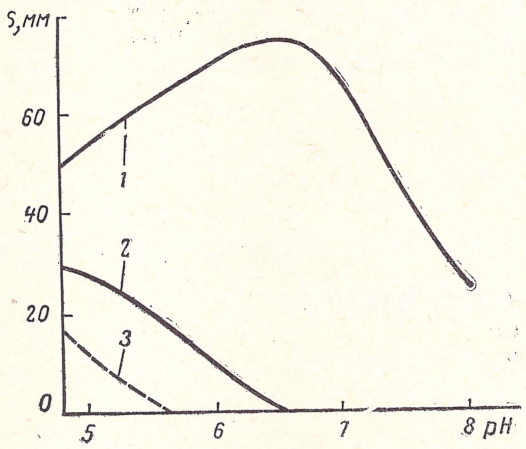


Рис. 3. Зависимость высот полярографических волн малеиновой и фумаровой кислот от величины pH в фосфатном буферном растворе:
1 — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —1,40—1,45 В); *2* — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —1,10—1,13 В); *3* — фумаровая кислота ($E_{1/2}$ = —1,20—1,23 В).

значениях pH восстанавливается в две ступени, причем при pH = 5,16—6,0 первая волна ($E_{1/2}$ = = —1,40 В) выражена четко. При pH ⩾ 6,0 характер волны меняется (предельный ток размыт) и к pH = 7,6 исчезает совсем.

Вторая волна фумаровой кислоты ($E_{1/2}$ = —1,64 В) возрастает с увеличением pH и при pH = 7,78 достигает своей максимальной величины. При дальнейшем увеличении значения pH высота волны фумаровой кислоты изменяется незначительно.

При pH ⩾ 7,05 высота волны малеиновой кислоты падает, уменьшаясь до нуля при pH ≈ 11,0.

Из приведенных данных видно, что на параметры полярографических волн восстановления изомеров существенное влияние оказывает не только абсолютная величина pH, но и природа буфера. Особенно отчетливо это проявляется, например, при сопоставлении полярографического восстановления фумаровой кислоты в аммонийно-аммиачном и универсальном (или фосфатном) буферных растворах в интервале pH = 6—8.

В первом случае фумаровая кислота восстанавливается, а во втором — высота волны восстановления уменьшается до нуля. Столь сильное воздействие природы электролита, приводящее к полному

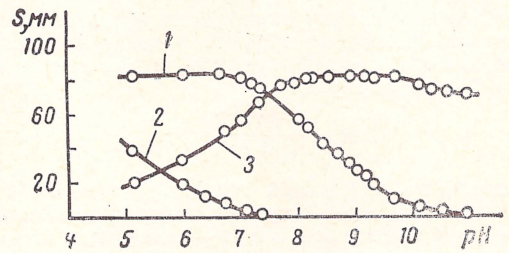


Рис. 4. Зависимость высот полярографических волн малеиновой и фумаровой кислот от величины pH в аммонийно-аммиачном буферном растворе:
1 — малеиновая кислота ($E_{1/2}$ = —1,30—1,35 В); *2* — фумаровая кислота ($E_{1/2}$ = —1,40—1,45 В); *3* — фумаровая кислота ($E_{1/2}$ = —1,64—1,68 В).

подавлению волны фумаровой кислоты (или смещению ее в область отрицательнее потенциала разряда фона) ранее, по-видимому, не наблюдалось. Этот эффект позволяет четко разделить компоненты, определить малеиновую кислоту в композициях со значительными избытками фумаровой кислоты при соотношении компонентов до 1 : 70 с высокой точностью. Как видно из рис. 4, полное подавление волны малеиновой кислоты происходит при более высоких значениях pH, чем принято в работе [3].

Применяя аммонийно-аммиачные буферные растворы pH = 10,7—11,0, удается достигнуть разрешающей способности (уже по фумаровой кислоте) ≅ 100, т. е. определять 1% фумаровой кислоты в малеиновой.

На основе проведенных исследований разработан ряд методик для комплексного изучения изомерных превращений при синтезе смол, для контроля технологического процесса на различных стадиях синтеза, в частности в реакционных водах и конденсатах, возвратах гликолей при непрерывном методе получения полиэфирных смол, для исследования процесса отверждения полиэфирных пленок.

При выборе фонового электролита учитывалась величина константы предельного тока, буферная емкость раствора, удобство его приготовления и эксплуатации, а также возможность раздельного определения фталевой кислоты. В основе количественного определения последней лежат условия, опубликованные ранее [11].

Определение малеиновой и фумаровой кислот в полиэфирных смолах. Навеску полиэфирной смолы 0,7—1,0 г, взвешенную с точностью 0,0002 г, помещают в колбу с пришлифованным холодильником емкостью 200 мл, растворяют в 10 мл ацетона и заливают 40 мл 0,5 н. раствора водной щелочи. Нагревают на кипящей водяной бане в течение 2 ч. Затем содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры, нейтрализуют по фенолфталеину 0,5 н. раствором соляной кислоты, переводят в мерную колбу емкостью 100 мл и доводят до метки водой. После тщательного перемешивания раствор фильтруют (если требуется).

Подготовленную таким образом пробу (раствор А) используют для определения малеиновой и фумаровой кислот.

Определение малеиновой кислоты. Аликвотную часть раствора А 2—10 мл (в зависимости от содержания в пробе малеиновой кислоты) помещают в мерную колбу емкостью 25 мл. Нейтрализуют по фенолфталеину 2%-ным раствором аммиака до слабо розовой окраски и приливают 10 мл фона (буферный фосфатный раствор с pH=7,26). Доводят до метки водой, тщательно перемешивают и переводят содержимое в электролизер. Пропускают азот в течение 5—7 мин и снимают полярограмму при той же температуре, при которой производилось построение калибровочной кривой, от потенциала $E_{нач} = -1{,}0$ В; потенциал полуволны $E_{1/2} = -1{,}45$ В. Измеряют высоту волны и по предварительно построенному калибровочному графику находят концентрацию малеиновой кислоты, соответствующую данной высоте волны.

Расчет ведут по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 100 \cdot 100}{b \cdot q}$$

где x — содержание малеиновой кислоты, %; a — количество малеиновой кислоты, соответствующее измеренной высоте волны по калибровочной кривой, мг; b — аликвотная часть раствора А, мл; q — навеска смолы, мг.

Определение фумаровой кислоты. Для определения фумаровой кислоты в качестве фона используют аммонийно-аммиачный буферный раствор с pH=11,0. $E_{нач} = -1{,}2$ В; $E_{1/2} = -1{,}62$ В. В остальном ход анализа и расчет аналогичны приведенному выше определению малеиновой кислоты.

Для контроля раздельного определения малеиновой и фумаровой кислот определяют суммарное содержание указанных кислот в смоле.

Определение суммарного содержания малеиновой и фумаровой кислот. Для суммарного определения малеиновой и фумаровой кислот в качестве фона используется буферный раствор Вальполя с pH=1,09. $E_{нач} = -0{,}4$ В; $E_{1/2} = -0{,}65$ В. В остальном ход анализа и расчет аналогичны определению малеиновой кислоты.

Определение малеиновой и фумаровой кислот в покрытиях. Навеску отвержденной полиэфирной пленки 1,5—2 г, снятой с подложки скальпелем в виде тонкой стружки, помещают в колбу с пришлифованным воздушным холодильником емкостью 200 мл, заливают 15 мл ацетона и выдерживают 0,5—1 ч для набухания. Добавляют 40 мл 0,5 н. раствора водной щелочи и нагревают на кипящей водяной бане в течение 4 ч.

В остальном ход анализа и расчет аналогичны приведенным выше.

Определение малеиновой, фумаровой и фталевой кислот в конденсатах, реакционных водах и возвратах гликолей, получаемых в производстве полиэфирных смол. Аликвотную часть исследуемого раствора в зависимости от содержания в пробе кислот, но не более 10 мл, помещают в мерную колбу емкостью 25 мл. Далее пробу подготавливают и полярографируют так же, как описано выше, причем полярограммы снимают, используя в качестве фона последовательно буферные растворы с pH = 1,09 и pH = 7,26.

По полярограмме, снятой на фоне при pH = 1,09 определяют суммарную концентрацию фумаровой и малеиновой кислот ($E_{1/2} = -0{,}70$ В) и концентрацию фталевой кислоты ($E_{1/2} = -1{,}2$ В).

По полярограмме, записанной при pH=7,26, определяют концентрацию малеиновой кислоты ($E_{1/2} = -1{,}45$ В). Фумаровая и фталевая кислоты в этих условиях полярографически неактивны. Содержание фумаровой кислоты определяют по разности.

Расчет ведут по формуле:

$$c = \frac{a \cdot 25}{b}$$

где c—концентрация кислоты в образце, г/л (мг/мл); a—концентрация кислоты, соответствующая данной высоте волны, г/л (мг/мл); b — аликвотная часть испытуемого раствора (мл).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенинг Г. В. Ненасыщенные полиэфиры. Строение и свойства. М., «Химия», 1968. 249 с.
2. Безуглый В. Д. Полярография в химии и технологии полимеров Л., «Химия», 1968. 135 с.
3. Elving P. J., Teitelbaum C. J. Amer. Chem. Soc., 1949, v. 71, № 161, p. 3916.
4. Маркман А. Л. Журн. общ. химии, 1953, № 23, с. 1622.
5. Elving P. J. Rosenthal J. Anal. Chem., 1954, v. 26, p. 1454.
6. Barendreckt E. Chem. Werkbild, 1954, Bd. 50, S. 785.
7. Elving P. J. Pure Appl. Chem., 1963, v. 7, p. 423.
8. Навяжская Э. А. Хим. пром., 1960, № 6, с. 466.
9. Novak L. Plaste u. Kautschuk, 1965, Bd. 12, S. 202.
10. Навяжская Э. А. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1968, № 3, с. 59—61.
11. Миркинд Л. А., Спорыхина В. С. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1968, № 1, с. 49—52.

УДК 667.6:621.199

Применение емкостно-омического метода для оценки стойкости покрытия к перепаду температур

Д. Я. ГУСАКОВА, Л. С. НОСОВА, А. И. ПЛЫПЛИНА, В. И. НОВОЖИЛОВА, Т. А. НАУМОВА

Как правило, стойкость покрытий (Пк) к перепаду температур устанавливается путем визуальных наблюдений за их состоянием в процессе испытаний [1, с. 424—433; 2]. Появление трещин говорит о разрушении Пк; степень разрушения в соответствии с ГОСТ 6992—68 оценивается по 8-балльной системе.

В излагаемой работе предлагается **количественный** метод контроля за состоянием Пк в процессе испытаний на стойкость к перепаду температур.

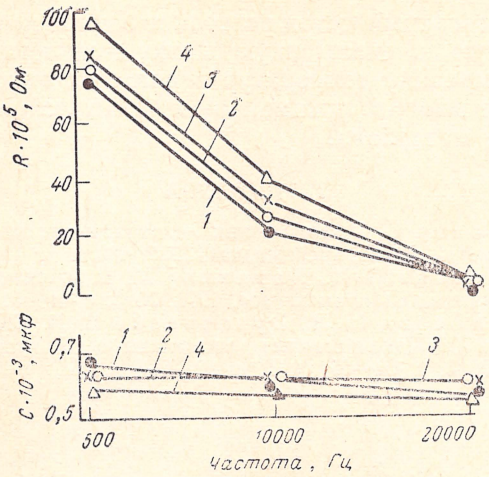


Рис. 1. Частотная зависимость емкости и сопротивления покрытий на основе смолы Э-40, отвержденных 4 (*1*), 6 (*2*), 8 (*3*) и 10 вес. % (*4*) ПЭПА (% от Э-40).

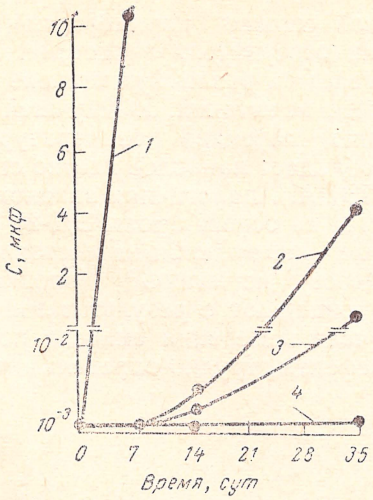


Рис. 2. Изменение емкости покрытий на основе смолы Э-40 в процессе испытаний (*1*—*4* — см. рис. 1).

Сущность метода заключается в периодическом измерении емкости C окрашенных образцов* с помощью мостовой схемы переменного тока [3]; величины C в этом случае являются характеристикой состояния Пк. При отсутствии дефектов значение C мало и емкость практически не зависит от частоты. Появление дефектов в пленке, нарушение сплошности приводят к увеличению C и росту ее зависимости от частоты. Метод позволяет обнаруживать дефекты до их визуального проявления.

Объектом исследования служили непигментированные эпоксидно-каменноугольные композиции, отвержденные полиэтиленполиамином (ПЭПА).

Состав композиций (вес. ч)

Эпоксидная смола Э-40 или ЭД-20	1,0
Глицидиловый эфир α-разветвленных жирных кислот	0,2
Каменноугольный лак (65%-ный в ксилоле)	1,0
Тиокол марки НВБ-2	0,2
ПЭПА	0,04—0,12

Материал наносили на стальные образцы 40×80×2 мм, толщина слоя Пк составляла 180—200 мкм. Сушку осуществляли при 100 °С в течение 1,5 ч. Для испытаний отбирали образцы с исходной величиной C не выше 0,001 мкФ. После 7 сут выдержки на воздухе измеряли значения C окрашенного образца. Измерения проводили в стеклянном стакане с цилиндрическим платинированным платиновым электродом при частоте переменного тока 500 и 20 000 Гц. Образцы крепили в центре сосуда и поддерживали постоянной степень погружения их в электролит (3%-ный раствор сульфата натрия). После измерений образцы промывали водой.

Испытания на стойкость к перепаду температур осуществляли по циклам. Цикл заключался в последовательном воздействии на Пк: а) температуры + 40 °С (при 98—100%-ной относительной влажности воздуха) в течение 19 ч; б) температуры — 60 °С 3 ч; в) температуры + 60 °С 2 ч.

Контроль за состоянием Пк осуществляли путем измерения C и R и визуально (с помощью четырехкратного увеличения) не реже 1 раза в неделю.

Зависимости R и C от частоты для образцов в исходном состоянии представлены на рис. 1, из которого видно, что для исследуемых Пк характерны зависимость R и независимость C от частоты (для эпокси-каменноугольных Пк на основе смолы ЭД-20 наблюдается аналогичная связь R и C с частотой). Такая система может быть представлена [3] как параллельно включенные емкость и сопротивление и при последовательном расположении этих величин в измерительном плече моста требует пересчета на параллельную схему.

По мере разрушения Пк измеряемая C растет. При появлении сквозных дефектов в пленке систему можно рассматривать как последовательное соединение емкости и сопротивления. При этом измеренные значения не требуют пересчета. Для исследуемых Пк пересчет на параллельную схему проводили для $C<0{,}05$ мкФ (500 Гц). При $C>0{,}05$ мкФ пересчета не делали, так как эти значения отвечали явным дефектам пленки, обнаруживаемым дефектоскопом ЛКД-1 или визуально.

На рис. 2 и 3 представлены изменения C в процессе испытаний у Пк, отвержденных различными количествами ПЭПА. Измерения проводили при частоте 500 Гц. Сравнение рис. 1 и 2 показывает, что до начала испытаний все Пк обладают близкими значениями C, а величина R различна и возрастает по мере увеличения количества отвердителя. Это говорит о нарастании изоляционных свойств Пк и

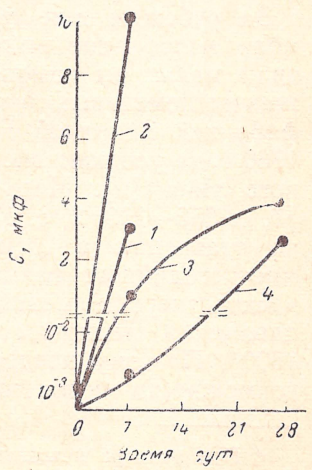


Рис. 3. Изменение емкости покрытий на основе смолы ЭД-20, отвержденных 6 (*1*), 8 (*2*), 10 (*3*) и 12 вес. % (*4*) ПЭПА (% от ЭД-20).

* Измеряются одновременно два показателя — C и сопротивление R.

более плотной сшивке полимера при повышении концентрации отвердителя в системе. Ход кривых рис. 2 указывает на различную степень разрушения Пк в процессе испытаний. Наилучшей стойкостью к воздействию перепада температур и высокой влажности обладает наиболее плотно сшитая система с 10% ПЭПА. Аналогичная закономерность получена для Пк на основе смолы ЭД-20 (см. рис. 3).

Визуальные наблюдения за состоянием образцов в процессе испытаний (оценка по ГОСТ 6992—68) совпадают с результатами измерений. В ряде случаев измерения емкости позволили обнаружить дефекты, трудно определимые визуально.

Предлагаемый метод позволяет быстро дать сравнительную количественную оценку стойкости покрытий к перепаду температур и влажной атмосферы, а также выбрать оптимальную в этих условиях рецептуру материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубович С. В. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий. М.-Л., Госхимиздат, 1952. 480 с.
2. Викторова М. И., Карякина М. И. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1970, № 3, с. 49—51.
3. Розенфельд И. Л., Бурьяненко В. Н., Жигалова К. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1966, № 3, с. 62—65; № 5, с. 52—56.

Оборудование, механизация и автоматизация

УДК 667.632:621.926.34:667.622.51

Измельчение карбонатных наполнителей в мельнице «Аэрофол»

В. С. ТЕРЕНТЬЕВ, В. Ф. ЧУПРИК

(Ленфилиал ГИПИ ЛКП)

До последнего времени для размола кусков руды (размер до 350 мм) до частиц размером 0,1—1 мм, как правило, применяли схемы многостадийного размола с использованием щековых, валковых, молотковых и других аналогичных типов дробилок и мельниц, что связано с высокими эксплуатационными затратами по обслуживанию и содержанию аппаратов, значительным потреблением электроэнергии, а также большими производственными площадями для размещения самого оборудования.

За рубежом для стадии предварительного размола материалов широкое распространение получили мельницы самоизмельчения «Аэрофол». На многих цементных заводах и горнообогатительных фабриках Западной Европы и США начиная с 1960 года успешно эксплуатируются мельницы данного типа [2]. Мельницы «Аэрофол» обладают [1, с. 358—393; 2, с. 172—194] рядом преимуществ по сравнению с измельчающим оборудованием многостадийного размола: низким потреблением электроэнергии, меньшей металлоемкостью оборудования и высокой степенью измельчения 100—1500*. Поэтому представляет интерес выяснение возможности использования такой мельницы для размола карбонатных руд в производстве наполнителей.

Для проверки и отработки процесса размола кальцита месторождения «Татарский ключ» были проведены опыты на опытно-промышленной мельнице диаметром 2 м (рис. 1).

Куски исходного продукта размером до 350 мм загружаются в бункер *1*, из которого пластинчатым питателем *2* подаются в загрузочную воронку мельницы *3*. Туда же из топки *10* поступают горячие газы с температурой 170—200 °С, осуществляющие сушку и пневмотранспортировку материа-

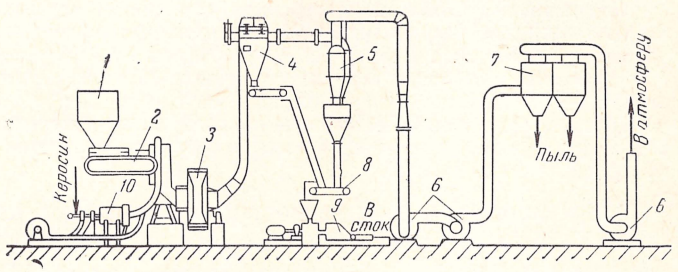


Рис. 1. Схема экспериментальной установки «Гипроцемента»: *1* — бункер; *2* — питатель; *3* — загрузочная воронка; *4* — сепаратор; *5* — циклон; *6* — вытяжной вентилятор; *7* — рукавный фильтр; *8* — ленточные весы; *9* — пневмовинтовой насос; *10* — топка.

* При размере исходных кусков руды до 350 мм может быть получен продукт тонкостью 0,15—2 мм.

ла. Высушенный и измельченный продукт отделяется от газового потока в сепараторе *4*, в циклонах *5* и рукавном фильтре *7*.

Мельница «Аэрофол» представляет собой короткий барабан диаметром 2,0 м, на внутренних торцевых стенках которого укреплены конические дефлекторные кольца. Размол происходит за счет энергии удара кусков друг о друга и о бронефутеровку, истирания кусков, а также в результате периодического сжатия кусков при заклинивании их между коническими выступами. Мельница может работать как с шаровой загрузкой, так и без нее. В случае работы с шаровой загрузкой, которая для данного типа мельниц обычно составляет 3—7% от ее объема, производительность увеличивается.

Оптимальные параметры работы мельницы определяли по методике перегрузочных режимов [2].

Для расчета теплового и материального балансов, а также определения энергетических показателей замерялись температура газов на входе и на выходе из мельницы, расход отходящих газов и топлива (керосина), производительность мельницы. Скорость вращения мельницы контролировались счетчиком оборотов.

Из табл. 1 видно, что оптимальная скорость вращения мельницы как при бесшаровом, так и шаровом помоле составляет 80% от критической.

При определении оптимального заполнения мельницы шарами объем шаровой нагрузки $\varphi_{шар}$ изменялся в пределах 3,5—7% от объема мельницы. Оптимальная загрузка составляет 5% от объема мельницы (табл. 2). Увеличение количества шаров до 7% сопровождается увеличением производительности, но одновременно в большей степени, чем производительность, возрастает потребляемая мощность, что приводит к повышению удельного расхода электроэнергии на измельчение. Кроме того, режим измельчения с небольшой добавкой шаров в мельницу (до 3—7%) резко снижает намол металла в готовый продукт, что также является одним из преимуществ данного типа мельниц по сравнению с шахтными и шаровыми.

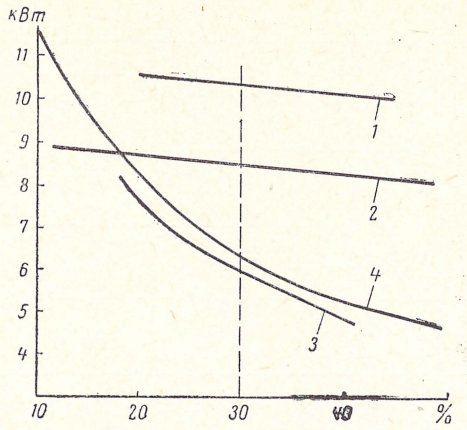


Рис. 2. Зависимость полезной мощности (*1, 2*) и удельного расхода электроэнергии (*3, 4*) на самоизмельчение от тонкости помола при шаровом (*1, 3*) и бесшаровом (*2, 4*) помоле.

На рис. 2 представлены экспериментальные кривые зависимости полезной мощности и удельного расхода электроэнергии от тонкости помола. Расход полезной мощности при шаровом помоле составляет бóльшую величину, чем при бесшаровом.

Таблица 1

Коэффициент заполнения шарами, %	Скорость вращения мельницы, % от крит.	Расход газов на выходе, м³/ч	Производительность, т/ч	Выход продукта тонкостью R_{200}=30%, т/ч	Мощность, кВт		Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т		Остаток на сите, %			
					потребляемая двигателем	расходуемая двигателем на вращение загрузки	практический	на получение продукта R_{200}=30%	3 мм	1 мм	0,2 мм	0,08 мм
0	70	5350	2,28	2,02	12,5	11,0	4,8	5,4	—	5,7 / 5,7	32,4 / 38,1	28,9 / 67,0
0	80	5600	2,58	2,22	12,1	10,2	4,0	4,6	0,3 / 0,3	7,0 / 7,3	32,3 / 39,6	28,1 / 67,7
0	90	6000	1,95	1,60	10,6	8,5	4,4	5,3	0,5 / 0,5	8,7 / 9,2	33,3 / 42,5	27,7 / 70,2
5	70	5400	2,35	2,02	13,7	12,2	5,2	6,0	0,3 / 0,3	9,0 / 9,3	30,5 / 39,8	23,0 / 62,8
5	80	5800	2,85	2,72	14,5	12,5	4,4	4,6	—	5,4 / 5,4	27,7 / 33,1	28,1 / 61,2
5	90	6500	1,75	1,30	13,2	11,1	6,3	8,5	0,8 / 0,8	8,4 / 9,2	39,0 / 48,2	23,1 / 71,3
3	80	5800	2,52	2,38	18,0	11,3	4,5	4,8	0,1 / 0,1	6,2 / 6,3	29,0 / 35,3	27,9 / 63,2
7	80	5400	2,90	2,90	15,5	13,8	4,8	4,8	—	4,3 / 4,3	25,2 / 29,5	30,0 / 59,5

Примечание. В числителе приведен частный остаток на сите, в знаменателе—суммарный (с учетом остатка на предыдущем сите). То же относится и к табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент заполнения шарами, %	Расход газов на выходе, м³/ч	Производительность, т/ч	Мощность, кВт		Уд. расход полезной мощности, кВт·ч/т	Остаток на сите, %			
			потребляемая двигателем	полезная		3 мм	1 мм	0,2 мм	0,08 мм
0	4100	0,82	11,4	8,6	10,5	—	0,8 0,8	11,9 12,7	25,1 37,8
0	6000	1,42	10,9	8,1	5,7	—	4,6 4,6	27,3 31,9	28,5 60,4
0	6900	1,78	10,6	7,8	4,4	0,2 0,2	7,0 7,2	39,2 46,4	29,9 76,3
5	5100	1,50	13,4	10,3	6,9	—	2,1 2,1	19,6 21,7	22,0 43,7
5	5800	1,80	13,2	10,1	5,6		5,6 5,6	29,6 35,2	24,4 59,6
5	6100	1,98	13,2	10,1	5,1		5,6 5,6	29,6 35,2	24,4 59,6
5	6500	2,20	13,0	9,9	4,5		4,2 4,2	34,9 39,1	31,9 71,0

Однако удельный расход электроэнергии несколько ниже при шаровом помоле за счет увеличения производительности мельницы.

На рис. 3 показана зависимость производительности мельницы и тонкости помола от расхода газов, проходящих через мельницу (как при бесшаровом помоле, так и с добавками шаров). Более значительный прирост производительности наблюдается при шаровом помоле в области крупного помола (35—50% остатка на сите 02). Следовательно, добавка шаров в мельницу «Аэрофол» мало влияет на тонкость помола, но значительно увеличивает производительность мельницы. Из графика также определяется оптимальный расход воздуха через мельницу, который составляет 5800 м³/ч и обеспечивает унос продукта из мельницы с $R_{200}=30\%$. При этом производительность мельницы по готовому продукту составляет 1,5 т/ч при тонкости помола $R_{200}=30\%$. Расход полезной мощности при шаровом помоле составил 10—15 кВт, при бесшаровом — 8,17 кВт; соответственно удельный расход электроэнергии на самоизмельчение составил 5,65 и 6,00 квт·ч/т.

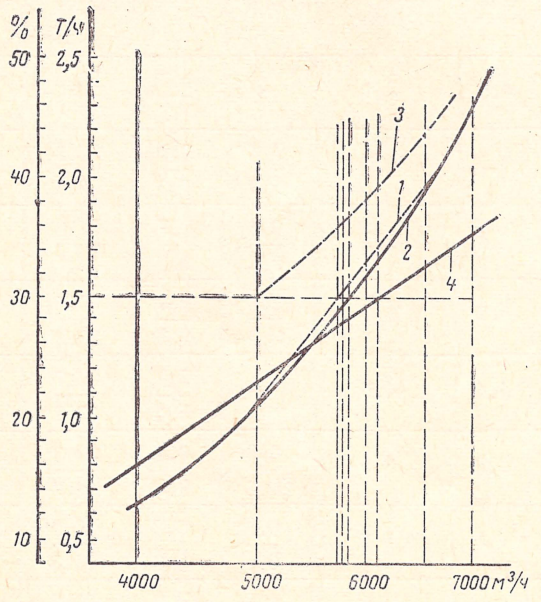


Рис. 3. Зависимость тонкости измельчения (*1, 2*) и производительности мельницы (*3, 4*) от расхода газов при шаровом (*1, 3*) и бесшаровом (*2, 4*) помоле.

Используя данные, полученные с опытно-промышленной установки, по методике [3, с. 122—126] была рассчитана производительность выпускаемых отечественных промышленных мельниц диаметром 3,6 и 5,7 м. Производительность по кальциту при тонкости измельчения $R_{200}=30\%$ соответственно составила: при бесшаровом помоле 10,5 и 55 т/ч; при шаровом помоле 13,9 и 73 т/ч. Однако, учитывая, что к качеству карбонатных наполнителей предъявляются требования по белизне продукта и намол железа в готовый продукт нежелателен, следует рекомендовать для промышленного производства карбонатных наполнителей бесшаровой режим измельчения. При этом, если даже мельница «Аэрофол» работает в режиме шарового помола, то намол значительно меньше, чем в шахтных и шаровых мельницах вследствие небольшого процента шаровой загрузки от объема мельницы.

Использование мельницы «Аэрофол» дает возможность совместить процессы грубого, среднего размола и сушки в одном агрегате. Удельный расход электроэнергии на стадию предварительного размола сокращается (ориентировочно) с 40—50 до 15—25 кВт/т, а металлоемкость агрегатов с учетом вспомогательного оборудования — с 1500 до 1000 т по сравнению с многостадийными схемами предварительного размола.

Применение промышленных мельниц «Аэрофол» на стадии предварительного размола в производстве карбонатных наполнителей позволит уменьшить эксплуатационные расходы, а также сократить производственные площади.

УДК 667.661:66.022

Расчет нагревателя погружного газового для подогрева растворов в агрегатах струйной подготовки поверхности

В. Н. СТЕПАНОВ, Г. В. МАШЕНСКИЙ, В. С. ОВЧАРЕНКО

(Завод Ростсельмаш)

В настоящее время на нашем заводе широкое применение нашли погружные газовые нагреватели для подогрева моющих растворов (за исключением фосфатирующего) в агрегатах подготовки поверхности к окраске. В нагревателях сжигается природный газ среднего давления.

Принята схема (рис. 1), в которой движение моющей жидкости осуществляется с помощью насоса *1*, а теплоносителя — вентилятора *2*. На дне ванны устанавливаются секции нагревателя *3*. Газовая горелка *4* соединяется с ними сборными газоходами* *5*. Дымовые газы протягиваются вентилятором по газоходам и трубчатой части нагревателя с последующим выбросом в атмосферу. Разряжение за нагревателем — порядка 6—10 мм вод. ст. Количество вторичного воздуха регулируется как шибером *6* на воздуховоде, так и заслонкой 7 на присоединительном фланце горелки.

Для определения расхода топлива (газа) составляется уравнение теплового баланса, причем статья расходов должна включать количество тепла, уносимое уходящими дымовыми газами:

$$W = \Sigma Q \cdot k, \text{ Вт/ч}$$

где k — коэффициент запаса на неучтенные расчетом потери (1,2—1,3).

Зная расход тепла, определяют необходимое количество природного газа для сжигания:

$$G = \frac{W}{I_{\text{п.г.}} - I_{\text{у.д.}}}, \text{ нм}^3/\text{ч}$$

где $I_{\text{п.г.}}$ — теплосодержание продуктов горения при t_1'; $I_{\text{у.д.}}$ — теплосодержание уходящих дымов при t_1'' (см. ниже).

По полученному значению G подбирают горелку и проектирование теплообменника ведут уже по производительности горелки.

Определяют количество продуктов горения при коэффициенте расхода воздуха $\alpha = 1{,}2$, считая, что для сжигания 1 нм³ газа требуется 10 нм³ холодного воздуха:

$$V = G \cdot 10 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

Задаваясь скоростью дымовых газов ω (она находится в пределах 3—8 м/с), выбирают величину внутренней площади сборного газохода:

$$F_1 = \frac{V}{\omega}, \text{ м}^2$$

* Соединение угловых газоходов осуществляется отводами в соответствии с ГОСТ 9842—61.

Далее выбирают форму трубной решетки газового нагревателя. Она может быть выполнена из трубок круглого, квадратного, овального или овалообразного сечения с толщиной стенок 1,5—2,5 мм. Внутренний диаметр трубок не следует брать больше 40 мм. На заводе принята сварная конструкция

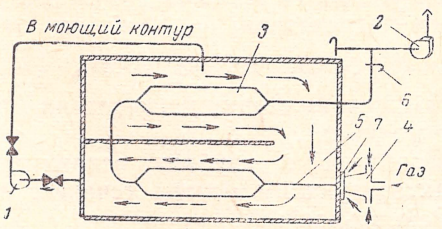


Рис. 1. Схема увязки нагревателя погружного газового в систему технологического оборудования:

1 — насос; *2* — вентилятор; *3* — секция нагревателя; *4* — горелка газовая инжекционная; *5* — газоход; *6* — шибер на разряжающем воздуховоде; *7* — вращающаяся заслонка.

трубки с овалообразным профилем (рис. 2). Высота H (20 мм) принята с учетом способа изготовления и имеющегося для этого оборудования, ширина выбирается для каждого конкретного случая; шаг

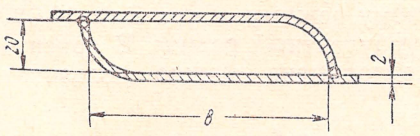


Рис. 2. Конструкция элемента трубчатой секции нагревателя.

трубок обычно составляет 1,3—1,5 H. Трубную решетку нагревателя изготовляют из листа толщиной 2 мм таких марок стали, содержащей хром, для которых допускается нагрев до 1100 °С.

Задавшись геометрическими размерами трубок, определяют площадь трубки f и число их n в трубной решетке (рис. 3): $n = F_1 : f$. Трубки могут располагаться в шахматном или «коридорном» порядке.

Из уравнения теплообмена вычисляют поверхность нагревателя:

$$F = \frac{W}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}}, \text{ м}^2$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Труды европейского совещания по измельчению. М., Стройиздат, 1966. 620 с.
2. Труды института «Гипроникинеметаллоруд». Вып. 3. Л., Стройиздат, 1968. 229 с.
3. Сапожников М. Я. Механическое оборудование предприятия строительных материалов, изделий и конструкций. М., «Высшая школа», 1971. 220 с.

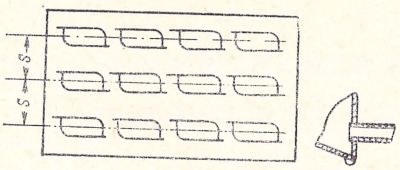


Рис. 3. Размещение элементов в трубчатой секции нагревателя.

Входящий в формулу коэффициент теплоотдачи K в общем виде выражается следующим образом:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град)}$$

где α_1 — коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке нагревателя; α_2 — то же от стенки нагревателя к нагреваемой жидкости: $\frac{\delta}{\lambda}$ — термическое сопротивление стенки нагревателя (величина пренебрежимо мала).

При теплообмене в трубках основным критерием, характеризующим режим течения, является критерий Рейнольдса*:

$$Re = \frac{\omega d_э}{\nu}$$

где ω — линейная скорость теплоносителя, м/с; ν — коэффициент кинематической вязкости, м^2/с; $d_э$ — эквивалентный гидравлический диаметр поперечного сечения потока (м), определяемый по формуле*: $d_э = \frac{4f}{U}$, м (f — площадь поперечного потока, м^2; U — смачиваемый периметр сечения, м).

При $Re \leqslant 2200$ наблюдается ламинарный режим движения; значение $10\,000 \geqslant Re \geqslant 2200$ соответствует переходному режиму, а при $Re > 10\,000$ устанавливается турбулентный режим. В ориентировочных расчетах теплообмена можно пользоваться формулой*

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_э}{\lambda} = 0{,}023 Re^{0{,}8} \cdot Pr^{0{,}4}$$

где $Pr = \frac{\nu}{d}$ — критерий Прандтля; d — температуропроводность теплоносителя, м^2/с; λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·град).

Теоретические исследования процесса теплообмена говорят о том, что турбулентное движение в установившемся потоке жидкости не распространяется вплоть до стенки. У самой стенки скорость движения равна нулю; на малом удалении от стенки образуется «пограничный слой», в котором движение ламинарное. Здесь тепло передается лишь за счет теплопроводности, поэтому этот слой представляет наибольшее сопротивление потоку тепла и в нем происходит наибольшее падение температуры.

Определение α_2 вызывает затруднения в части определения величины Re. В ванне больших размеров не всегда удается получить организованные потоки жидкости, поэтому в наших ваннах предусмотрена разделительная стенка.

* Лебедев П. Д. Теплообменные сушильные и холодильные установки. М., «Энергия», 1972, с. 30—34.

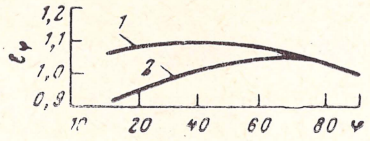


Рис. 4. Определение поправочного коэффициента ε_φ при обтекании пучка под углом φ:
1 — «коридорный» пучок; *2* — «шахматный» пучок.

Характер движения теплоносителя определяется по приведенной выше формуле для Re, причем ω определяется как частное от $q : f$ (q — расчетная производительность насоса, м^3/ч; f — площадь поперечного сечения потока, м^2).

В ориентировочных расчетах теплообмена при $6000 \leqslant Re$ для пучков труб, омываемых капельными жидкостями, пользуются формулами*:

для трубок, размещенных в шахматном порядке

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_э}{\lambda} = 0{,}27 \cdot C_z \cdot Re^{0{,}6} \cdot \varepsilon_\varphi \cdot Pr^{0{,}3}$$

для трубок, размещенных в «коридорном» порядке

$$Nu = 0{,}177 C_z \cdot Re^{0{,}64} \cdot \varepsilon_\varphi$$

где ε_φ — поправочный коэффициент, зависящий от угла атаки φ (выбирается по рис. 4); C_z — поправочный коэффициент, учитывающий влияние числа рядов труб z в пучке (выбирается по рис. 5).

Таким образом:

$$K = \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град)}$$

Среднетемпературный напор Δt для случая прямотока составит**:

$$\Delta t = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{2{,}3 \lg \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}}$$

где t_2' — начальная температура раствора (20—25 °С); t_2'' — конечная температура раствора (80—85 °С); t_1' — температура продуктов горения; t_1'' — температура уходящих дымовых газов.

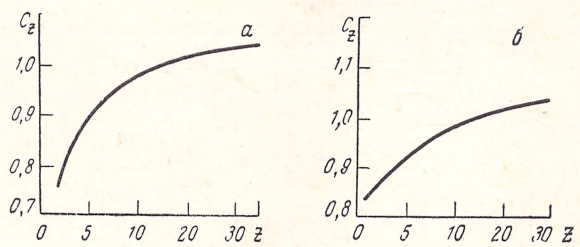


Рис. 5. Определение коэффициента C_z для «шахматного» пучка (*а*) и «коридорного» пучка (*б*).

Как указывалось выше, t_1' можно регулировать заслонкой или шибером, уменьшая объем продуктов горения. Однако действительную температуру определяют приближенно, так как трудно учесть

* Лебедев П. Д. Теплообменные сушильные и холодильные установки. М., «Энергия», 1972, с. 33—34.

** Ицкович А. М. Основы теплотехники. М., «Высшая школа», 1970, с. 88.

конструктивные особенности горелок и конкретные условия эксплуатации теплообменников. В практических расчетах ее принимают равной 800—900 °С.

Известно, что к. п. д. современных газовых нагревателей составляет 20—35%. Причиной их низкой тепловой экономичности является то, что 25—50% тепла теряется с уходящими дымовыми газами. Чтобы снизить эти потери, необходимо уменьшить объем или температуру уходящих газов. Для уменьшения их объема необходимо стремиться к тому, чтобы горелки работали с минимальным избытком воздуха, для уменьшения их температуры — добиваться улучшения омывания нагревателя нагреваемой жидкостью. Однако ввиду необходимости поддержания высокой средней разности температур продуктов горения и нагреваемой жидкости, температуру уходящих дымовых газов необходимо держать выше конечной температуры нагреваемой среды на 100—200 °С.

Определив поверхность нагревателя F, вычисляют общую длину трубок:

$$L = \frac{F}{l_{труб} \cdot n}, \text{ м}$$

где $l_{труб}$ — периметр трубки нагревателя.

В установках применяют горелки с частичным предварительным смешением газа и воздуха. Для устранения проскока пламени на ряде горелок осуществлялась искусственная стабилизация путем установки поджигающего кольца, расположенного вокруг кратера горелки; устранение проскока с помощью тел плохо обтекаемой формы предусмотрено на всех нагревателях.

Использование погружных газовых нагревателей будет более экономически эффективным, если газосжигающие устройства будут лучше соответствовать специальным технологическим процессам производства и различным энергетическим установкам. Считаем целесообразным и серийное производство нагревателей с интенсивным теплообменом. Требует своего решения и вопрос утилизации продуктов горения.

Мнение института «Гипролакокраспокрытие». Правилами и нормами техники безопасности изд. 1971 года* применение открытого огня в окрасочных цехах запрещается. Кроме того, расположение погружных нагревателей в ваннах затрудняет чистку последних от шлама и других загрязнений.

Исходя из вышеизложенного, а также из опыта эксплуатации агрегатов подготовки поверхности с расположением нагревательных устройств (паровых, электрических) в ваннах, в последнее время как в отечественной, так и зарубежной практике применяются выносные теплообменники, обеспечивающие стабильность техпроцесса, простоту и надежность эксплуатации.

Поэтому применение погружных газовых нагревателей в агрегатах подготовки поверхности может быть рекомендовано только в случаях отсутствия пара или при расположении агрегатов вне окрасочного цеха.

От редакции. Редакция просит высказать свое мнение конструкторов-проектантов и УПО МВД.

* Правила и нормы техники безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии для окрасочных цехов. Изд. ВЦСПС, ВЦНИИ Охраны труда и ЦК профсоюза рабочих машиностроения, 1971 г.

УДК 667.644.4

Окраска изделий методом окунания с выдержкой в парах растворителей

Н. А. МАСЛЯЕВ, А. Ф. КИЛЬДЕЕВ, И. П. РУДАКОВ
(НИИТМ, Ростов-на-Дону)

Наряду с методом струйного облива, выдержка окрашенных изделий в парах растворителей нашла применение при окраске методом окунания [1—3; 4, с. 55—56: 5].

Конструктивно паровой туннель, вентиляционная система, узлы насосной станции, контрольно-измерительная и регулирующая аппаратура установок окунания с паровым туннелем аналогичны применяемым в установках струйного облива [2, 5, 6, 7].

Ростовским-на-Дону НИИТМ разработаны технологические режимы и установка окраски изделий окунанием с выдержкой в парах растворителей. Установка (рис. 1) представляет собой камеру проходного типа, состоящую из входного тамбура, кабины с окрасочной ванной и парового туннеля с выходным тамбуром; пол-лоток туннеля имеет V-образную форму с уклоном 7—10° в сторону ванны окунания. Перемещение изделий в установке производится с помощью конвейера непрерывного действия. Вентиляционная система установки состоит из воздушных завес всасывающего типа и системы рециркуляции с регулируемым выбросом избытка паровоздушной смеси. Основными узлами гидравлической системы (рис. 2) являются: насосная станция, промежуточные емкости для краски и растворителя, перемешивающее устройство и система труб в паровом туннеле для промывки лотка. Необходимая температура краски и ее фильтрация обеспечиваются теплообменником и фильтрами, включенными в систему перемешивания между насосом и ванной*.

При окраске изделий стекший в туннеле избыток краски по лотку и трубам поступает в промежуточный бак, из которого краска насосом через фильтр

* Наряду с теплообменником можно применить водяную рубашку.

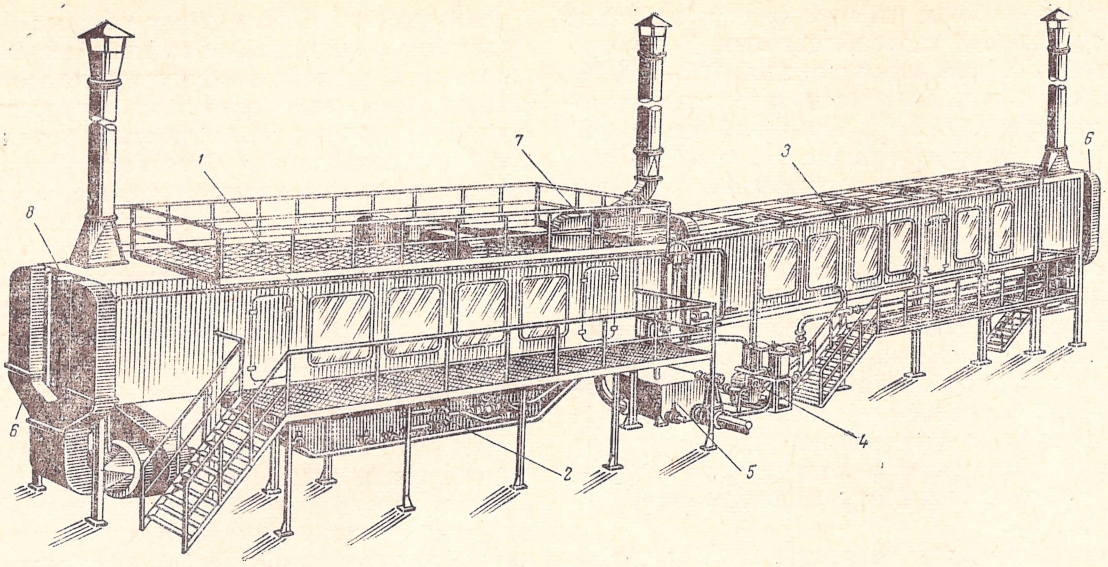


Рис. 1. Общий вид установки окраски окунанием с паровым туннелем:
1 — кабина ванны с тамбуром; *2* — ванна окунания; *3* — паровой туннель с выходным тамбуром; *4* — насосная установка; *5* — баки для краски и растворителя; *6* — воздушные завесы; *7* — рециркуляционная система; *8* — конвейер.

и теплообменник подается в перемешивающее устройство. Последнее представляет собой призматические насадки, расположенные поперек днища ванны. Для удаления с зеркала ванны пены часть краски подается на поверхность зеркала навстречу движению конвейера. Избыток подаваемой в ванну краски через переливной карман с пеногасящим устройством возвращается в промежуточный бак. Таким образом, в ванне осуществляется непрерывное перемешивание и поддерживается постоянный уровень краски. Бак для растворителя предназначен для промывки лотка туннеля и корректировки вязкости краски в ванне.

Техническая характеристика установки

Производительность, м²/ч	до 300,0
Скорость конвейера, м/мин	0,6—2,4
Габариты окрашиваемых изделий, м	1,5×0,7×1,0
Проем для прохода изделий, м	1,0×1,5
Размеры ванны, м	7,86 × 1,0×1,5
Объем ванны, м³	7,2
Объем баков для краски и растворителя, м³	1,0
Кратность перемешивания, объем/ч	3
Насосы вихревые типа ЗВС-2,6М, шт	2
Вентиляторы воздушных завес серии Ц9-57 №4 производительностью 3500 м³/ч, шт	2
Вентилятор рециркуляции серии Ц9-57 № 3 производительностью 2000 м³/ч, шт	1

Габариты установки, как и установок струйного облива, определяются в значительной степени скоростью конвейера и технологическим временем нахождения окрашенных изделий в паровом туннеле. Размеры кабины, ванны и тамбуров в установке являются величинами постоянными; длина их — 10 м. Длина парового туннеля рассчитывается по формуле:

$$L = v \cdot t$$

где L — длина парового туннеля, м; v — скорость конвейера, м/мин; t — время нахождения окрашенных изделий в туннеле, мин.

Комплектация туннеля производится из типовых секций длиной 3 м. Наибольшие размеры установки соответствуют скорости конвейера 2,4 м/мин и времени нахождения окрашенных изделий в туннеле 10 мин и составляют: длина — 34,0 м, ширина — 1,5 м, высота — 5,0 м.

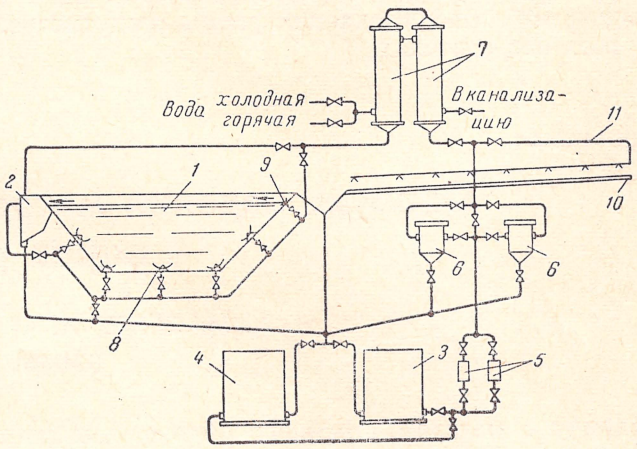


Рис. 2. Схема гидравлической системы установки окунанием:
1 — окрасочная ванна; *2* — переливной карман с пеногасящим устройством; *3* — бак для краски; *4* — бак для растворителя; *5* — насосы; *6* — фильтры; *7* — теплообменник; *8* — перемешивающее устройство; *9* — удаление пены с зеркала ванны; *10* — сточный лоток; *11* — промывная система.

В зависимости от местных условий производства туннель установки может быть прямолинейным или иметь повороты, принимая П- или Г-образную форму. Контроль и регулирование основных технологических параметров автоматизирован и осуществляется следующим образом:

— температура лакокрасочного материала — термометром сопротивления медным по ГОСТ 6651—56 с регулируемым мостом типа МСР1-02;

— вязкость лакокрасочного материала — ротационным вискозиметром типа ВВР-3В конструкции НИИтракторосельхозмаш [8] или в полуавтомати-

ческом режиме специальной установкой, разработанной НИИТМ [9];

— концентрация паров растворителя — сигнализатором типа СВК-3М1 [10, с. 67—70] после его дополнительной регулировки по верхнему пределу технологической концентрации.

Установка оборудована автоматической системой пожаротушения составом «3,5», ванна и баки — аварийным сливом. Рекомендуемые технологические режимы окраски изделий окунанием с выдержкой в парах растворителей приведены в таблице.

Параметры процессов	Грунтовки ГФ-020 и ПФ-020	Грунтовка ГФ-017	Эмаль ПФ-133	Эмаль ПФ-115	Краска БТ-177
Рабочая вязкость по ВЗ-4 при 20 °С, с	17—21	18—23	18—23	18—23	17—28
Температура лакокрасочного материала, °С	18—23	18—23	18—23	18—23	18—23
Концентрация паров растворителя в туннеле, г/м³	10—25	10—25	10—25	10—25	10—25
Время выдержки в парах растворителя, мин	5—10	5—10	7—10	7—10	5—10
Средняя толщина покрытия, мкм	15—20	15—20	17—22	17—22	12—16

Для разведения до рабочей вязкости используются растворители, рекомендованные ГОСТ или ТУ на данный лакокрасочный материал. Удельный расход растворителя примерно равен расходу при окунании или незначительно превышает его, что выгодно отличает метод окраски окунанием с выдержкой в парах растворителей от метода струйного облива.

Разработанные технология и установка предназначены для реализации в новых окрасочных комплексах предприятий тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, например, Ростсельмаше, Минском тракторном, Таганрогском комбайновом заводах; они могут быть использованы в окрасочном производстве и других отраслях машиностроения. Следует отметить, что применение установок окраски окунанием с паровым туннелем, наряду с повышением эффективности метода, позволяет значительно оздоровить условия труда и поднять культуру окрасочного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветухновский З. Б., Даражио Г. Н., Рахлина З. В. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1961, № 6, с. 81—86.
2. Справочник по лакокрасочным покрытиям в машиностроении. Под ред. Гольдберга М. М., Владычиной Е. Н. Якубовича С. В. М., «Машиностроение», 1964, с. 333—345.
3. Гисин П. Г., Елисаветский А. М. В кн.: Прогрессивные методы окраски в промышленности. М., ГОСИНТИ, 1969, серия П, № 38/4—69, с. 3—32.
4. Казин А. Д., Лебит И. П., Пучкова М. И. Промышленное применение алкидных лакокрасочных материалов. М., «Химия», 1970.
5. Ревва И. А. В кн.: Прогрессивные методы нанесения лакокрасочных покрытий. ЛДНТП, 1972, с. 88—70.
6. Акчурина Р. М., Борисенко С. И. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1965, № 4, с. 63—67.
7. Борисенко С. И., Крестан Н. Н., Майзель Б. И. Окунь Б. И., Щетинин В. Н. Альбом оборудования окрасочных цехов. М., «Химия». 1970, с. 122—148.
8. Казанский А. М., Шелковый Э. А. «Тракторы и сельхозмашины», 1959, № 1, с. 44.
9. Масляев Н. А., Шаповальянц А. Г. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1970, № 3, с. 55—56.
10. Иовенко Э. Н. Автоматические анализаторы и сигнализаторы токсичных и взрывоопасных веществ в воздухе. М., «Химия», 1972.

УДК 667.661.23

Пути повышения эффективности и экономичности пневматических краскораспылителей

В. Н. РАКИТИН, В. Л. ГОЦ, В. В. ДОЛГОШЕИН

(НПО «Лакокраспокрытие»)

В настоящее время для окраски изделий применяются различные модели пневматических краскораспылителей, изготавливаемых как специализированными предприятиями, так и машиностроительными заводами-потребителями для собственных нужд. Краскораспылители отличаются геометрией распылительной головки, материалом, из которого она изготовлена, качеством обработки, сечением выходных отверстий головки для воздуха и краски, устройством корпуса и располагаемых в нем узлов регулировки. Во многих случаях для окраски однотипных изделий на разных заводах используются различные модели краскораспылителей с произвольными технологическими режимами окраски, что зачастую приводит к низкой эффективности окраски и значительному перерасходу лакокрасочного материала.

Такое разнообразие моделей и их технических и технологических показателей вызывает необходимость разработки единых требований к конструкции пневматических краскораспылителей, которые могли бы обеспечить наиболее эффективное и экономичное их применение.

Известно, что распылители по способу подачи краски к головке делятся на три типа, представленные на рис. 1.

В зависимости от габаритов окрашиваемых изделий, их конфигурации, размеров окрашиваемой в единицу времени поверхности, а также вида лакокрасочного материала необходимо выбирать не

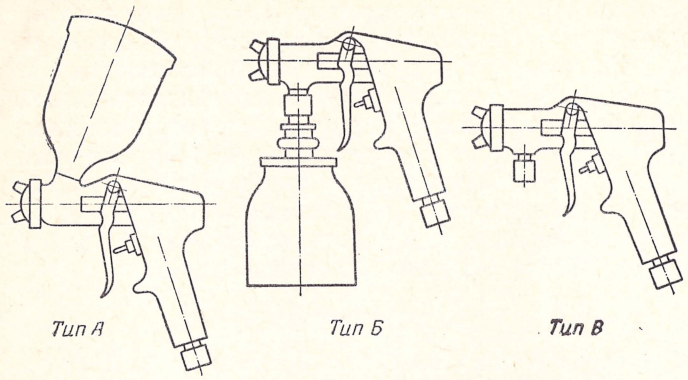


Рис. 1. Типы пневматических краскораспылителей:
А — с подачей краски из верхнего стакана; *Б* — то же из нижнего стакана; *В* — то же из красконагнетательного бака (или магистрали).

только определенный тип распылителя, но и определенные геометрические параметры его распылительной головки (т. е. диаметр отверстий материального сопла и воздушной головки), которые обеспечивали бы требуемую производительность при заданной дисперсности распыления и минимальных потерях на туманообразование.

На рис. 2 графически представлена рекомендуемая производительность распылителя, описываемая формулой:

$$Q = g \cdot S$$

где S — поверхность, м²/мин; g — количество краски в граммах, необходимое для получения однослойного покрытия толщиной 20 мкм/м² (для расчетов $g = 65$).

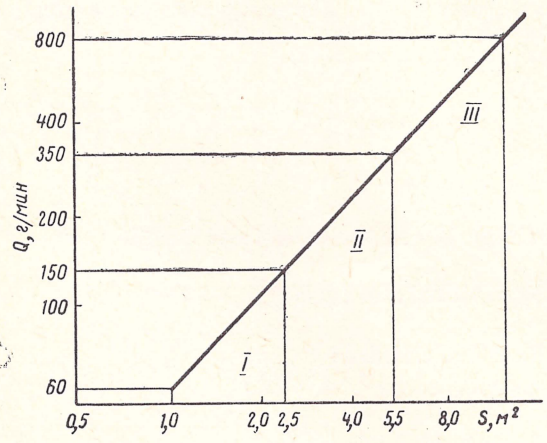


Рис. 2. Рекомендуемая производительность краскораспылителя в зависимости от окрашиваемой площади.

Анализ работы краскораспылителей в промышленности показал, что наиболее целесообразно разделить их по производительности на три группы:

— малой производительности (60—150 г/мин), используемые при небольшом объеме работ для окраски изделий малых размеров;

— средней производительности (150—350 г/мин) для окраски изделий средних габаритов в мелкосерийном производстве;

— большой производительности (350—800 г/мин) для окраски крупногабаритных изделий несложной конфигурации при поточном производстве.

Прежде всего Q определяется диаметром отверстия материального сопла d (далее везде: «сопла») распылительной головки. Только при правильно выбранных сечениях отверстий для выхода краски и воздуха можно получить заданную производительность распылителя, характеризуемую его эффективной и экономичной работой.

Экспериментальные работы, проведенные НПО «Лакокраскопокрытие», позволили выявить зависимость Q от d при работе в оптимальном режиме (рис. 3), которая может быть описана формулой

$$Q = 50d^{2,7} \quad (d \text{ — в мм}).$$

Формула позволяет выбрать для заданной производительности определенный размер сопла, обеспечивающий ведение процесса окраски в оптимальном режиме.

В таблице представлен ряд размеров d, рекомендуемых для использования в конструкциях краскораспылителей малой, средней и большой производительности, а также основные параметры, которые обеспечивают эффективность и экономичность их работы.

Если заданная величина Q у распылителей типа В достигается с помощью давления на лакокрасочный материал, то у типов А и Б требуемая Q, в зависимости от диаметра сопла, обеспечивается разрежением, которое создается в устье сопла при истечении сжатого воздуха (см. рис. 3).

Величина разрежения зависит от геометрии распылительной головки и скорости истечения воздуха. Одним из важных факторов, влияющих на величину разрежения, а следовательно и производительности, является положение сопла относительно торца воздушной головки: наконечник сопла должен выступать на 0,1—0,5 мм. Наоборот, в распылителях типа В наконечник сопла рекомендуется утапливать на 0,1—0,2 мм (с целью устранения эф-

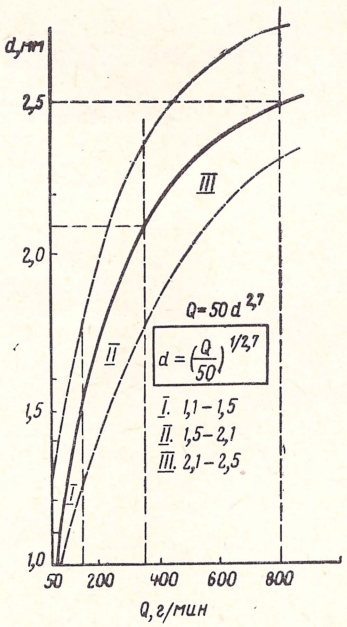


Рис. 3. Производительность краскораспылителя в зависимости от диаметра отверстия материального сопла.

фекта эжекции и стабилизации истекающей струи краски).

Тип распылителя	d, мм	Диаметр центрального отверстия воздушной головки (для справок)	Максимальная производительность, не менее, г/мин	Расход воздуха, не более, нм³/ч	Максимальные размеры отпечатка, не менее, мм		Масса не более, кг	
					Диаметр круглого факела	Ширина плоского	Без краскоотсасывающего стакана	С краскоотсасывающим стаканом
А	1	2,5	70	8	50	160	0,4	0,5
	1,2	2,6	100		60	190		
	1,4	2,7	150		70	220		
А, Б, В	1,6	2,9	200	12	80	260	0,85	1,0
	1,8	3,1	260		90	290		
	2,0	3,3	350		100	320		
В	2,2	3,6	450	16	110	350	0,85	
	2,5	4,0	600		125	400		
	2,8	4,4	800		140	450		

Отпечаток факела распыленной краски на подложке должен иметь четкую геометрическую форму вытянутого эллипса или круга. Размытый участок должен быть равномерно распределен по всему периметру отпечатка; наличие в нем капель диаметром более 1 мм не допускается. Это может быть обеспечено только при постоянной соосности отверстий сопла и воздушной головки; отклонения не должны превышать 0,05 мм. Также важно, чтобы оси боковых отверстий воздушной головки, предназначенных для подачи воздуха, сжимающего факел, пересекались с осью центрального отверстия этой головки. Их отклонение от оси центрального отверстия не должно превышать 0,1 мм. Несоосность отверстий приводит к неравномерному насыщению факела краской, искажению формы отпечатка, падению разрежения в устье сопла.

На эффективность работы распылителей влияют также форма каналов отверстия воздушной головки и наконечника сопла и качество их обработки. На кромках и поверхностях отверстия и наконечника, формирующих факел, не допускаются заусенцы, забоины, вздутия; чистота поверхности должна быть не ниже 7 класса по ГОСТ 2789—59.

Одним из важнейших показателей является величина потерь краски на туманообразование q, получаемая при работе распылителя в оптимальном режиме. Обычно определение q производится при стендовых испытаниях с использованием произвольного режима работы, зачастую на случайном материале. Однако, как показали исследования НПО «Лакокраспокрытие», q в значительной степени зависит от вида распыляемого лакокрасочного материала, его летучей части и от производительности распылителя. Поэтому для оценки экономичности той или иной модели целесообразно потери краски на туманообразование определять при распылении эталонной жидкости, не содержащей летучей части, например на водном растворе глицерина (ГОСТ 6824—54) рабочей вязкостью 20—25 с по ВЗ-4, при расстоянии от сопла до окрашиваемой поверхности 300 мм.

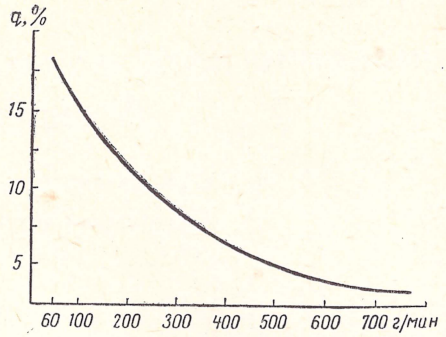


Рис. 4. Допустимые потери эталонной жидкости (водного раствора глицерина) на туманообразование.

Обработка экспериментальных данных позволила построить кривую зависимости q (для глицерина) от производительности (рис. 4), описываемую формулой:

$$q = 2 + 15e^{-3\cdot10^{-3}Q},\ \%$$

Если q при испытании лежит выше указанной кривой, это свидетельствует о том, что распылитель неисправен или имеет конструктивные дефекты, и работа его будет неэкономичной.

Наряду с изложенным выше, эффективность работы краскораспылителя повышается при наличии в его конструкции узлов плавной регулировки расхода краски и сжатого воздуха, а также при пользовании сменными распылительными головками и удлинителями, что обеспечивает оптимальные условия при окраске разными лакокрасочными материалами изделий различной конфигурации.

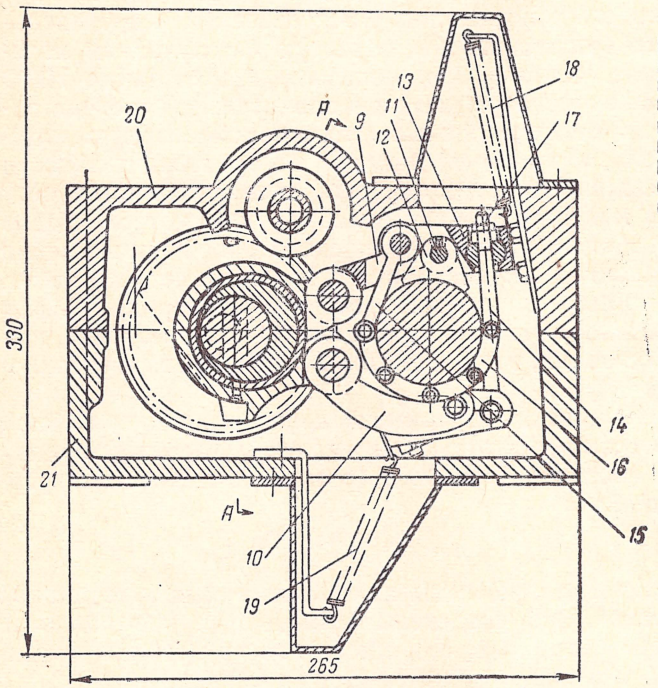
УДК 667.632:621.926.9

Применение импульсивных вариаторов ЯТИ в приводе насосов бисерных мельниц МПД-50А

С. И. КУДАШКИН, А. Е. КРОПП, Ю. М. БРОДСКИЙ, Р. Б. МАНДЕЛЬ

(Ярославский политехнический институт, ГИПИ ЛКП, Ярославский химический комбинат)

В качестве привода загрузочных насосов с регулируемой производительностью в бисерной мельнице МПД-50А применяют фрикционный вариатор марки ВФ-192 конструкции ВНИИПТХИММАШ. Недостатками этого вариатора являются небольшая передаваемая мощность и невозможность получения малой скорости на выходном валу и, следовательно, малых подач насоса, что необходимо при диспергировании вязких паст и паст с труднодиспергируемыми пигментами. Так, при минимальной выходной скорости 15 об/мин и соответствующей подаче насоса 50 кг/ч достигается степень перетира пасты на основе двуокиси титана и меламино-алкидного лака (для эмали МЛ-12) 17—20 по «клину» вместо необходимых 10—12.



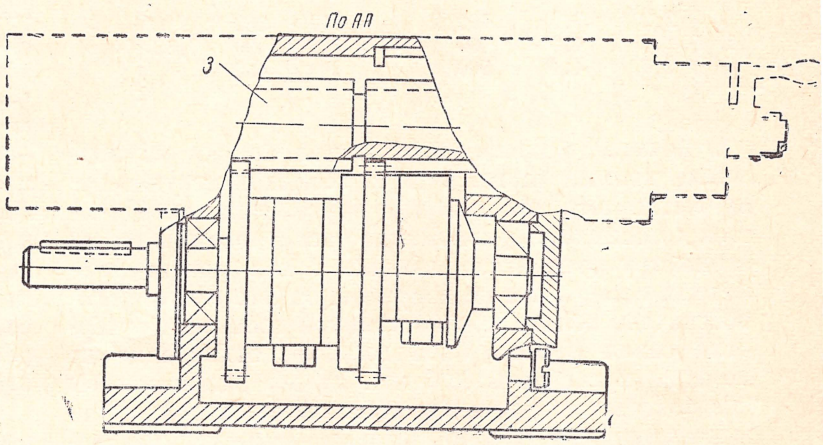
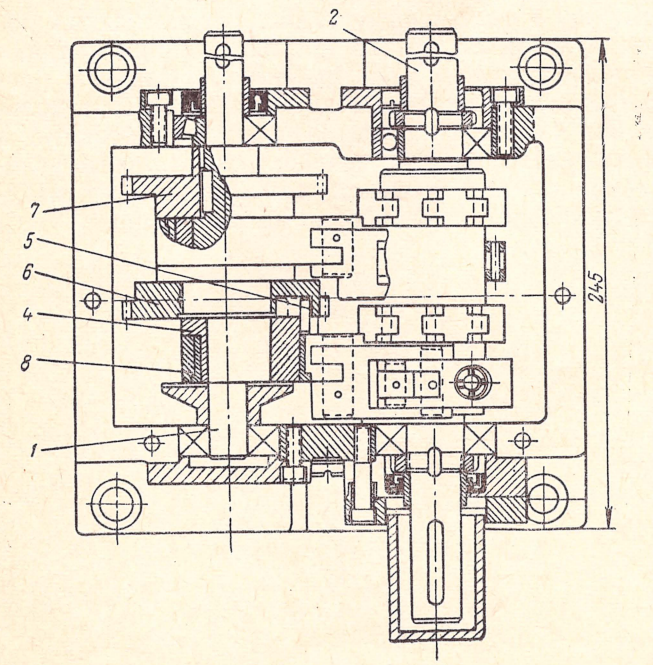


Схема вариатора ЯТИ-2К:

1—3 — ведущий, ведомый и регулировочный валы соответственно; *4* — эксцентрики; *5* — пальцы; *6, 7* — зубчатые косозубые колеса; *8* — хомуты; *9, 10, 13* — рычаги; *11* — ось; *12* — колодка; *14, 15* — соединительные детали; *16* — звенья цепи; *17* — гайка; *18, 19* — пружины; *20* — крышка корпуса; *21* — корпус.



Результаты работы, проведенной Ярославским политехническим институтом в содружестве с организациями МХП СССР, позволили рекомендовать применение в мельницах МПД-50А вариатора ЯТИ взамен вариатора ВФ-192. Вариатор ЯТИ имеет нулевой нижний предел регулирования скорости выходного вала.

В мельницах применены вариаторы ЯТИ с различными механизмами свободного хода — зубчатыми и фрикционными. В излагаемой работе приводится описание конструкции и принципа действия импульсивного вариатора ЯТИ-2К с одной из модификаций фрикционных механизмов свободного хода*.

Вариатор (см. рисунок) представляет собой передаточный механизм, в котором имеются ведущий вал *1*, ведомый вал *2* и регулировочный вал *3*. Ведущий вал имеет две эксцентриковые шейки, продольные оси которых расположены под углом 90°

* Кропп А. Е., Кудашкин С. И. Импульсивный вариатор ЯТИ-2К. «Вестник машиностроения», 1971, № 10, с. 36—38.

друг к другу. На шейках свободно установлены эксцентрики *4*, в торцы буртиков которых запрессованы пальцы *5*, входящие в радиальные пазы зубчатого колеса *6*. Колеса *6* и *7* — одинакового диаметра, с одинаковыми по величине, но разными по знаку углами наклона зубьев, посажены на вал *1* таким образом, что колесо *6* может свободно поворачиваться относительно вала, а колесо *7* жестко закреплено на валу. Хомуты *8*, сидящие на эксцентриках *4*, и жестко присоединенные к ним рычаги *9* образуют так называемый главный шатун, а рычаги *10*, присоединенные шарнирно к хомутам *8*, являются прицепными шатунами. На концах шатунов, обращенных к ведомому валу, на оси *11* смонтированы колодка *12* и неравноплечий рычаг *13*. К рычагу крепится цепь, состоящая из концевых соединительных деталей *14* и *15* и звеньев *16*.

Механизм свободного хода работает при наличии некоторой начальной силы трения между цепью и ведомым валом. Эта сила создается затяжкой гайки *17*. Кроме того, для уменьшения потерь мощности начальная сила создается натяжением пружин *18* и *19*. Регулировочный вал *3* свободно вращается в подшипниковых опорах. Он может перемещаться по оси в горизонтальной расточке крышки *20* корпуса и имеет два зубчатых колеса, зацепляющихся с зубчатыми колесами *6* и *7*.

Детали механизма свободного хода и ведомый вал выполнены из стали 40Х. Поверхность этих деталей, передающая рабочее усилие, закалена до твердости HRc 45—48.

Передача работает в масле. Передаточное число вариатора регулируется изменением на ходу и под нагрузкой величины кривошипа за счет поворота эксцентрика *4* относительно вала. Этот поворот осуществляется осевым перемещением регулировочного вала *3*; при этом зубчатое колесо *6* с зацепляющимся с ним колесом на регулировочном валу является аналогом винтовой пары, например с правой нарезкой. Тогда зубчатое колесо *7* с другим колесом регулировочного вала оказывается аналогом винтовой пары с левой нарезкой.

При закрепленном в осевом направлении регулировочном валу среднее передаточное число вариатора (за один оборот ведущего вала) остается неизменным.

Вариатор ЯТИ-2К рассчитан на передачу крутящего момента на ведомом валу до 350 кгс·см и допускает изменение скорости ведомого вала от 0 до 300 об/мин при скорости ведущего вала около 1500 об/мин. Масса (сухая) вариатора 18 кг. На одном из производств Ярославского химкомбината ЯТИ-2К был установлен в бисерной мельнице МПД-50А взамен вариатора ВФ-192. Со времени установки вариатора ЯТИ-2К последний проработал в технологической линии более 800 ч; при этом выработано свыше 50 т титановых эмалей. За указанное время работы каких-либо неисправностей и отказов не наблюдалось. Произведенный осмотр деталей показал их хорошее состояние. Установлено, что вариатор ЯТИ работоспособен на всех режимах регулирования производительности насосов, удобен в обслуживании и отвечает техническим требованиям эксплуатации.

В заключение следует отметить, что факт мелкомасштабной пульсации выходной скорости вариаторов ЯТИ может явиться причиной повышения массообмена, а следовательно, и производительности в других технологических процессах химических производств, таких как экстракция, абсорбция, ректификация, смешение различных компонентов и транспортирование продукта.

Серийное изготовление вариаторов можно наладить на одном из заводов Миннефтехиммаш по рабочему проекту НИИХИММАШ, выполненному в соответствии с техническим заданием Ярославского политехнического института. Все сказанное, а кроме того, значительный выигрыш в габаритах, позволяет рекомендовать лакокрасочным заводам заменить в отечественных бисерных мельницах вариаторы ВФ-192 на ЯТИ.

УДК 667.661.23:621.319.7

Пневмоэлектрическая распылительная головка «Вихрь»

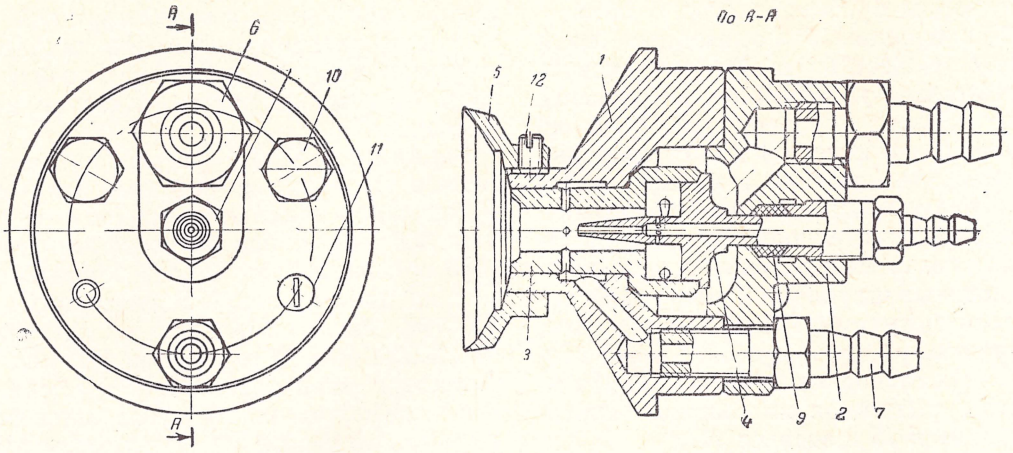
Ю. Д. ГОРЮНОВ

(НПО «Лакокраспокрытие»)

Как было показано в нашей статье [1], при разработке пневмоэлектрических распылителей следует стремиться к тому, чтобы аэродинамические силы, действующие на частицы, были одного порядка с электрическими.

В НПО «Лакокраспокрытие» была разработана описанная ниже пневмоэлектрическая распылительная головка, в которой аэродинамические силы значительно ослаблены за счет того, что главным назначением воздуха здесь является не диспергирование материала, а его транспортировка к коронирующей кромке. Наличие последней обеспечивает значительную величину электрического заряда у частиц. По существу распылительная головка представляет из себя статический (без вращающихся частей) чашечный распылитель.

Распылительная головка (см. рисунок) свободно вставляется в пустотелый цилиндрический ствол, выполненный из диэлектрика. Ствол имеет резьбовой хвостовик, которым он ввинчивается либо в муфту, укрепляемую на стойке, либо в платформу, находящуюся на траверзе робота. В стволе имеется 4 продольных паза для ввода шлангов и провода высокого напряжения при сборке распылителя.



Распылительная головка:

1 — корпус; *2* — крышка; *3* — сопло; *4* — заглушка; *5* — диффузор; *6, 7* — штуцеры для подачи воздуха и краски соответственно; *8* — полый винт-прижим; *9* — уплотнительная шайба; *10* — крепежные винты; *11, 12* — винты для крепления провода высокого напряжения и диффузора соответственно.

Когда головку вставляют в ствол, уступ корпуса *1* должен упереться в его переднюю кромку. Шланг, надетый на штуцер *7*, подключается к дозатору лакокрасочного материала (например, ДКХ-2), а шланги, соединенные со штуцером *6* и хвостовиком заглушки *4*,— к пневмопульту. Последний представляет собой настенный ресивер, имеющий один ввод для сжатого воздуха и два вывода; на выводах поставлены регуляторы давления с манометрами.

Распылитель работает следующим образом. Сжатый воздух через штуцер *6* попадает в распределительную камеру, образованную фасонными расточками в корпусе *1* и крышке *2*. Отсюда воздух по четырем тангенциально расположенным отверстиям в сопле *3* попадает в камеру завихрения, где приобретает определенный момент количества движения и далее движется по кольцеобразному сечению, создавая сильное разрежение в приосевой области. В результате этого явления возникает встречный приток в приосевую область атмосферного воздуха, который раскручивается основным потоком воздуха и сливается с последним.

Для удобства дальнейшего описания предположим вначале, что распылительная головка не имеет диффузора *5*, а сопло *3* и корпус *1* на своих срезах не имеют фасок. При таких условиях воздушный поток выходил бы из сопла в виде конической струи с небольшим (30—60 °) углом при вершине конуса. При этом внутреннее пространство конуса занимал бы образующийся встречный поток атмосферного воздуха.

Если на срезе сопла сделать фаску или скругление, а срез корпуса оставить плоским, картина истечения воздуха из сопла качественно изменится [2, с. 3] — угол при вершине конуса достигнет 180° и поток станет плоским, то есть произойдет «прилипание» потока к плоскости среза корпуса *1*. Но поскольку плоский поток не нужен, на срезе корпуса предусмотрена фаска. Далее, чтобы возможно эффективнее использовать головку в каждом отдельном случае, предусмотрен сменный диффузор, геометрия которого учитывает наиболее ходовые типоразмеры окрашиваемых изделий.

Лакокрасочный материал подается в штуцер *7*. По наклонному каналу корпуса он попадает в распределительную камеру, образованную наружной поверхностью сопла и расточкой в корпусе. Из нее материал по 4 радиальным отверстиям подается внутрь сопла, где захватывается потоком воздуха и транспортируется им либо к острой кромке среза корпуса (если работа ведется без диффузора), либо к острой кромке диффузора.

Промывка сопла и диффузора растворителем (без захода оператора в камеру) производится через канал заглушки *4*. Для этого оператору необходимо выключить подачу лакокрасочного материала и, продолжая подавать сжатый воздух, отсоединить шланг от пневмопульта и опустить его конец на 1—2 с в емкость с растворителем. При этом распылительная головка сработает как вихревой вакуумный насос [3, с. 281]. Когда промывка закончится, оператор должен прекратить подачу сжатого воздуха в основной канал. После этого распылительная головка готова к возобновлению нормальной работы.

Второе дополнительное назначение канала — подавление шума высокого тона, возникающего при работе распылительной головки. Известно [4], что для повышения к.п.д. вихревых акустических форсунок прибегают к вакуумированию приосевой области камеры завихрения. В данном случае задача обратная, поэтому для подавления шума при работе головки в канал заглушки подается воздух небольшого давления от пневмопульта.

Ниже приведены сравнительные технические показатели распылителей «Вихрь» и «Циклон»:

	«Вихрь»	«Циклон»
Оптимальные пределы производительности, мл/мин	10—80	20—70
Диаметр сопла для краски, мм	1,0	0,7
Междуэлектродное расстояние, мм	250	
Напряжение, подаваемое на распылитель, кВ	60—80	80
Диаметр статического отпечатка факела, мм	350—700	450—500
Давление воздуха, кгс/см²	0,3—1	0,5—0,7
Расход воздуха, м³/ч	5—10	6—12
Потери краски при производительности 50 мл/мин, %	10	

Обмен опытом

УДК 629.12:620.197.6

Защита стальных судовых конструкций мастичными покрытиями

А. И. ШЕЯНОВА, З. И. АБИЗЯЕВА, О. Ф. ШЕВЧЕНКО

В связи с тем, что судовые конструкции, находящиеся в морской воде, испытывают постоянную вибрацию от движения судна и работы различных механизмов*, а также растягивающие напряжения, целесообразно исследовать возможность применения мастичных покрытий (Пк) для защиты таких конструкций от коррозионных разрушений.

Испытаниям подвергались битумно-каучуковая мастика АБК, силиконовая каучуковая мастика КЛТ-30, мастика на основе фуриловой смолы ФЛ-2 и мастика на основе полиуретанового каучука «А» (полиуретан-каучук «А»). В качестве сравнительной применялась так называемая штатная схема — система: фосфатирующая грунтовка ВЛ-02 (1 слой)+краска эпоксидно-этинолевая ЭП-755 (4 слоя). Перечисленные выше мастики в наибольшей степени удовлетворяют требованиям, предъявляемым к лакокрасочным материалам, которые применяются для защиты труднодоступных мест в судостроении и судоремонте.

Все материалы наносились на образцы из стали марки Ст. 3 размером 160×50×2 мм. Кромки образцов окрашивались по той же схеме, что и образцы, и дополнительно изолировались эпоксидной шпатлевкой ЭП-00-10. После выдержки в течение 7 сут при комнатной температуре образцы погружались в ванну с морской водой и устанавливались на специальном вибростенде. Частота вибрации составляла 5600 колебаний в минуту, амплитуда колебаний кассеты с образцами 0,1—0,8 мм. Образцы испытывались в течение 36 ч.

Вибростойкость Пк оценивалась по изменению омического сопротивления, которое замерялось при помощи моста Tesla BM-401 на переменном токе частотой 800 Гц. Замеры сопротивления производились относительно неокрашенной стальной пластины до установки на стенд и после каждых 6 ч испытаний. Одновременно фиксировался внешний вид Пк. Если при визуальном осмотре обнаруживалось разрушение кромок, их подкрашивали эпоксидной шпатлевкой. Пк испытывались до появления первых признаков разрушения.

Омическое сопротивление Пк на основе фуриловой смолы и силиконового каучука (мастика КЛТ-30) значительно падает уже после 12 ч испытаний (рис. 1), что связано с проникновением под пленку морской воды; согласно визуальному осмотру, первые признаки разрушения появляются через 30 ч.

* Известно, что вибрация способствует разрушению покрытий.

Из приведенных данных видно, что основные технические показатели распылителей совпадают или близки. Однако «Циклон» имеет ряд эксплуатационных недостатков (частое засорение сопел, большая трудоемкость их чистки и др.), от которых свободен «Вихрь».

Следует отметить, что головка «Вихрь» может быть с успехом использована для нанесения порошковых материалов. В этом случае ее конструкция упрощается.

Распылитель успешно прошел производственные испытания на мочевино-формальдегидных, меламино-алкидных, пентафталевых, водорастворимых и водоэмульсионных материалах.

Он внедрен на Тамбовском машиностроительном заводе, Московском заводе автотранспортного электрооборудования и др.

Опытные партии распылителя выпускаются Опытным заводом НПО «Лакокраскопокрытие». Объединение оказывает техническую помощь при внедрении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горюнов Ю. Д. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1974, № 4, с. 54—56.
2. Ляховский Д. Н. Кинематический ультрадиффузор и перспективы применения его в топочной технике. М.-Л., Машгиз, 1955.
3. Физический энциклопедический словарь. М., «Советская энциклопедия», 1960, т. 1.
4. Лукачев В. П., Кныш Ю. А. В кн.: Некоторые вопросы исследования тепловых машин. Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный институт им С. П. Королева, 1969, вып. 37, с. 15—16.

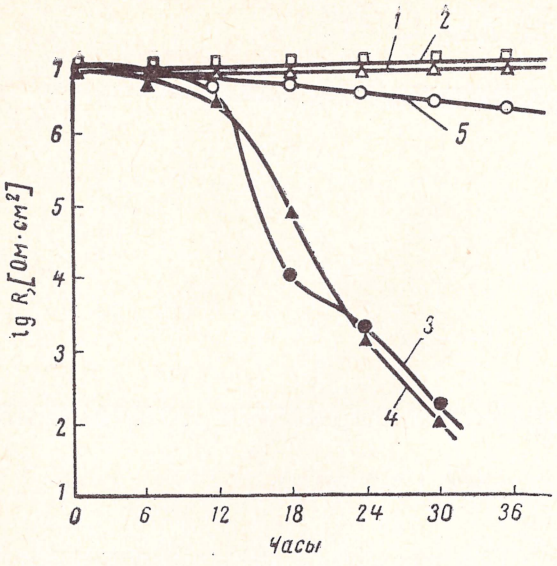


Рис. 1. Зависимость омического сопротивления систем покрытий при испытании на вибростенде:

1 — ВЛ-02 — 1 слой+ЭП-755 — 4 слоя, толщина δ 140 мкм; *2* — ВЛ-023 — 1 слой + АБК — 2 слоя, δ 500 мкм; *3* — грунтовка К-10с — 1 слой + +КЛТ-30 — 2 слоя, δ 350 мкм; *4* — фуриловая смола ФЛ-2 с пылевидным кварцем и *n*-фенилсульфохлоридом — 2 слоя, δ 500 мкм; *5* — ВЛ-02 — 1 слой+ВЛ-023 — 1 слой+полиуретан-каучук «А» — 2 слоя, δ 500 мкм.

Наиболее эффективной из всех испытуемых материалов является мастика АБК, так как ее сопротивление падает незначительно, а коррозионных разрушений не наблюдается после 36 ч испытаний. Покрытие этой мастикой по защитной способности немного уступает штатной схеме, однако в первом приближении можно считать, что они равноценны. Второй по эффективности является мастика на основе полиуретан-каучука «А».

При одновременном воздействии на металл растягивающих напряжений и коррозионной среды происходит коррозионное растрескивание*. Экранирование мастиками исключает доступ коррозионной среды к напряженному металлу и защищает его от растрескивания.

С целью определения эффективности мастики АБК при защите стали ЮЗ от коррозионного растрескивания испытания образцов проводились на машинах рычажного типа под растрескивающим напряжением 0,9 $\sigma_т$ ($\sigma_т$ — предел текучести стали) по следующей методике. На разрывной плоский образец с рабочей частью 100×10×3 мм наносилось Пк либо мастикой АБК (система 2 рис. 1), либо полиуретан-каучуком «А» (система 5 рис. 1). Образцы монтировались в ячейки из оргстекла на резиновых уплотнителях и устанавливались на машины. Весь период испытания (5800 ч) они омывались проточной морской водой со скоростью 0,5 м/с. Периодически проводились замеры емкости и сопротивления окрашенных образцов. Нагрузка — 0,9 $\sigma_т$ была выбрана экспериментальным путем; сплошность Пк в момент ее приложения не нарушалась.

Покрытие на основе полиуретанового каучука (система 5) за весь период испытания не разрушилось; емкость и сопротивление его изменились незначительно. Система 2 на основе битумно-каучуковой мастики АБК незначительно нарушилась примерно через 3500 ч испытаний, о чем свидетельствует изменение емкости ($1{,}4 \cdot 10^{-3}$ мкФ/м² вместо $7{,}2 \cdot 10^{-5}$ в начале испытания) и сопротивления (соответственно $3{,}4 \cdot 10^5$ и $2{,}5 \cdot 10^6$ Ом·см²). К концу испытаний образцов, окрашенных системой 2, емкость и сопротивление были равны $1{,}8 \cdot 10^{-2}$ мкФ/см² и $9{,}5 \cdot 10^4$ Ом·см², а на Пк отмечены отдельные точки продуктов коррозии. После снятия Пк трещин на металле не обнаружено. Кратковременная прочность (средняя из 4 значений) после испытания образцов с системой 2 покрытия составляла 75,3 кгс/мм² (следовательно, потеря прочности — 5 кгс/мм²), а с системой 5— 80,2 кгс/мм².

Из результатов этих испытаний видно, что полиуретановое Пк является в данном случае более эффективным, чем Пк на основе битумно-каучуковой мастики. Его целесообразно применять в случаях, где превалируют растягивающие напряжения. Более вибростойкая мастика АБК может быть рекомендована для защиты стали от коррозионно-механических разрушений.

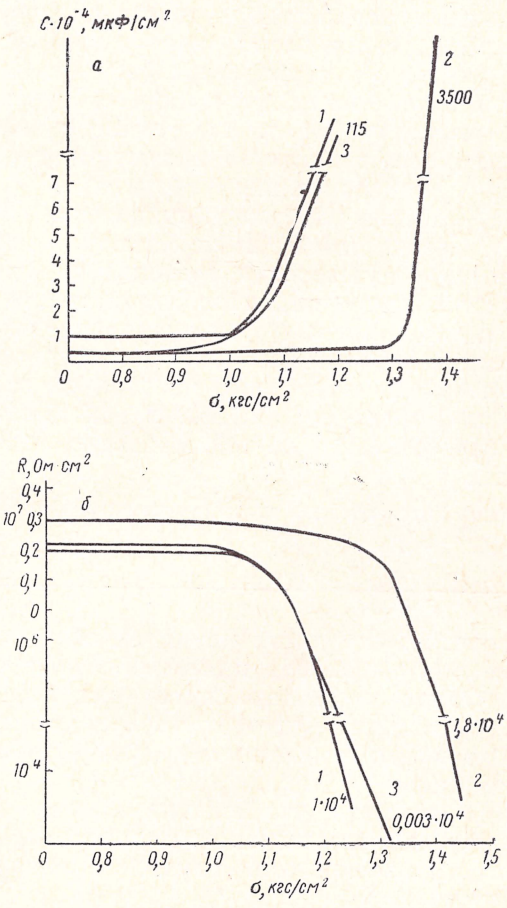


Рис. 2. Изменение емкости (*а*) и сопротивления (*б*) образцов, окрашенных мастикой АБК (система 2), в зависимости от различных растягивающих напряжений (цифры у кривых — емкость и сопротивление при напряжении, разрушающем покрытие):

1 — свеженанесенное покрытие; *2* — после выдержки в гидростате в течение 30 сут; *3* — после выдержки в проточной морской воде в течение 30 сут.

* Романов В. В. Коррозионное растрескивание металлов. М., Машгиз. 1960. 177 с.

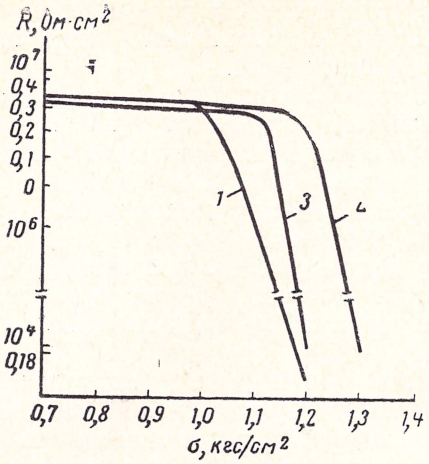


Рис. 3. Изменение сопротивления образцов, окрашенных полиуретан-каучуком «А» (система 5), в зависимости от различных растягивающих напряжений (*1—3*—см. рис. 2).

Эластичность испытуемых Пк определялась параллельно после выдержки их в течение 30 сут в гидростате (при 50 °С и 98%-ной влажности) и в ванне с проточной морской водой (скорость 0,5 м/с).

После выдержки в гидростате стойкость обеих систем (2 и 5) Пк значительно повысилась. Из рисунка 2 и 3 видно, что емкость свеженанесенных Пк значительно увеличивается (сопротивление при этом падает) при сообщении образцам нагрузки, равной 1,2 $\sigma_т$. После выдержки образцов в гидростате емкость увеличивается уже при большей нагрузке (1,4 $\sigma_т$ для системы 2 и 1,3 $\sigma_т$ для системы 5). После выдержки в ванне с проточной морской водой емкость напряженных образцов возрастает незначительно, однако разрушение их также происходит при более высоких нагрузках, чем у свеженанесенных Пк.

Итак, установлено, что эластичность мастичных покрытий значительно улучшается после предварительной их выдержки при повышенных температурах во влажной среде.

Проведено опытное внедрение мастики АБК для защиты от коррозионно-механических разрушений труднодоступных мест судовых конструкций.

УДК 667.673:620.178:620.197.6

Защитные покрытия на основе кремнийорганических лаков для стальных дымоходов

Р. И. ЯКИМЕНКО, А. А. ЭННАН, А. К. ЯКИМЕНКО

(Одесский государственный университет им. И. И. Мечникова)

В излагаемой работе приводятся результаты исследований покрытий (Пк) на основе связующих кремнийорганических лаков применительно к эксплуатационным условиям в котлоагрегатах: КО-08 (ГОСТ 15081—61), КО-919 (ГОСТ 16508—70) и КО-921 (ГОСТ 16508—70), пигментированных алюминиевой пудрой и графитом. Методика приготовления экспериментальных образцов та же, что и в работе*; толщина Пк 25—30 мкм.

Разрушение Пк при повышенных температурах (результаты приведены в таблице) определяли путем нагрева образцов в муфельной печи. Признаком разрушения считали появление трещин или размягчение и изменение структуры поверхности (КО-921 с графитом). Испытание на стойкость при резком изменении температур (см. таблицу) проводили по методике, описанной ранее*.

Изучение термостойкости композиций, содержащих графит, показало, что при 550 °С в атмосфере воздуха через 2 ч графит выгорает.

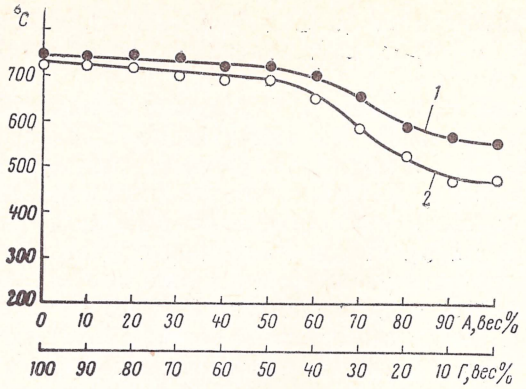
При нормальной эксплуатации котлоагрегатов в дымовых газах содержится незначительное количество свободного кислорода. С целью исключения влияния кислорода на термостойкость Пк, содержащих графит, определили температуру разрушения в среде дымовых газов (см. таблицу), для чего образцы помещали в определенных температурных зонах газохода котлоагрегата. Во время этих испытаний заметили, что на поверхности Пк, содержащих алюминиевую пудру, сажи осаждается меньше, чем на содержащих графит, и в первом случае эти

Результаты испытаний термостойкости покрытий

Марка лака	Пигмент	Максимальное число теплоударов	Температура разрушения (°С) в атмосфере	
			воздуха	дымовых газов
КО-08	Алюминиевая пудра	33	520	550
	Графит	12	540	710*
КО-919	Алюминиевая пудра	26**	440	460
	Графит	4	560	710*
КО-921	Алюминиевая пудра	28	510	520
	Графит	—	300	310

* После достижения этой температуры изменения Пк не наблюдалось.
** Нагрев до 350 °С.

* Эннан А. А. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 2, с. 34—35.



Зависимость температуры разрушения покрытий от состава наполнителей (А — алюминиевая пудра, Г — графит):

1 — композиции на основе лака КО-08; *2* — то же на основе лака КО-919.

отложения легче удаляются струей сжатого воздуха. Отмеченную особенность можно использовать для очистки поверхностей путем обдувки воздухом либо паром. Однако Пк с алюминиевой пудрой разрушаются при более низкой температуре.

Для получения материала, сочетающего положительные свойства обоих пигментов, приготовили композиции на основе лаков КО-919 и КО-08, пигментированные смесью алюминиевой пудры и графита при различном их содержании. Общее содержание пигмента в композициях составляло 10—15% от массы смолы. Испытание Пк на воздействие высокой температуры проводили в среде дымовых газов.

Результаты приведены на рисунке, из которого видно, что при большом (от 100 до 60%) содержании графита температура разрушения изменяется мало. Она начинает падать при соотношении пигментов 1 : 1. Для дальнейших испытаний нами выбраны композиции с соотношением алюминиевой пудры и графита от 1 : 1 до 1,5 : 1 вес. ч. соответственно. Покрытия этими композициями наряду с высокой температурой разрушения имеют гладкую блестящую поверхность, легко очищающуюся от загрязнений сажей.

«Кислотному максимуму» электрохимической коррозии стальных элементов в хвостовой части котлоагрегатов соответствует концентрация серной кислоты* около 50%. Для испытания устойчивости материала в 50%-ном растворе серной кислоты изготовили образцы в форме тора радиусом 40 мм и радиусом окружности в сечении 6 мм. В отличие от плоских в таких образцах нет мест концентрации напряжений в Пк, вызывающих появление трещин.

Покрытия наносили (тщательно соблюдая сплошность) толщиной 90—100 мкм. Испытывались все композиции, приведенные в таблице (кроме КО-921 с графитом), а также лаки КО-08 и КО-919, пигментированные смесью алюминиевой пудры и графита в указанных пропорциях. Установлено, что после 1500 ч нахождения в герметическом сосуде при погружении в 50%-ную серную кислоту, имеющую температуру 20—26 °С, все Пк сохранились без видимых изменений, что подтверждает их высокую химическую стойкость.

В теплоизолированный газоход эксплуатируемого котлоагрегата (в котле сжигаются сернистые и высокосернистые мазуты) были помещены экспериментальные образцы Пк лаками КО-08 и КО-919, пигментированными указанной смесью. Испытания проводились в температурной области от 70 до 400 °С. За исследуемый период (около 840 сут) произведено более 40 теплосмен, т. е. остановок котлоагрегата. Видимых признаков разрушения покрытий не обнаружено.

На Алма-Атинской ГРЭС ведется подготовка к производственным испытаниям покрытий лаками КО-08 и КО-919 с алюминиевой пудрой и графитом на стальных газоходах котлоагрегатов.

* Кузнецов Н. В. Рабочие процессы и вопросы усовершенствования конвективных поверхностей котельных агрегатов. М.—Л., Госэнергоиздат, 1958, с. 60.

УДК 667.636.46

Защита стеклотекстолита лакокрасочными покрытиями

(Краткое сообщение)

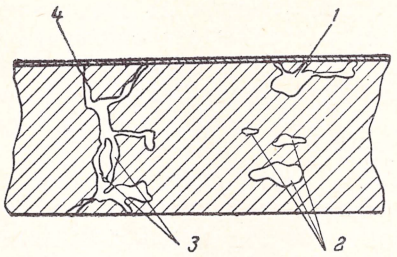
Л. А. БУТОМО, Э. К. КОНДРАШОВ

Многие стеклотекстолиты, применяющиеся в промышленности, требуют защиты от увлажнения с целью сохранения исходных характеристик. Одним из путей стабилизации их свойств является нанесение лакокрасочных покрытий (Пк).

Важным свойством Пк, характеризующим его защитные свойства, является проницаемость пленки для паров воды. Для оценки того, в какой степени водопоглощение окрашенного стеклотекстолита находится в зависимости от влагопроницаемости Пк, была определена паропроницаемость различных Пк и водопоглощение защищенного стеклотекстолита.

Для испытаний был выбран стеклотекстолит на фенольно-фурфурольном связующем с пористостью 12—18% и Пк на основе фторопласта 32Л (эмаль ФП-566), перхлорвиниловой смолы (эмаль ХВ-16), эпоксидной диановой смолы (эмаль ЭП-255), немодифицированной полиметилфенилсилоксановой смолы (шпатлевка КО-0035) и модифицированной полифенилметилсилоксановой смолы (состав В-58).

Данные таблицы показывают, что с уменьшением паропроницаемости Пк водопоглощение защищенного ими стеклотекстолита также уменьшается, но не в такой степени, даже если учесть водопогло-



Поперечный разрез пористого стеклотекстолита:
1 — открытые поры; *2* — закрытые поры; *3* — капилляры; *4* — покрытие.

щение самих Пк и через тщательно изолированные торцы.

Такое несоответствие можно объяснить тем, что пóры и капилляры занимают только небольшую часть поверхности стеклотекстолитов (см. рисунок) и именно эти участки полностью водопроницаемы.

Технология нанесения эмали ФП-566, обеспечивающей максимальную защиту стеклотекстолита от увлажнения, следующая:

Материал покрытия	Толщина, мкм	Паропроницаемость пленок, мг/(см² сут)	Водопоглощение увлажняемого* стеклотекстолита (г/м²) через		
			1 сут	10 сут	30 сут
Эмаль ФП-566	50	0,1	3	8	15
Эмаль ЭП-255	50	1,5	7	43	99
Эмаль ХВ-16	50	2,4	8	43	89
Шпатлевка КО-0035	200	250	17	65	130
Состав В-58	200	140	21	79	150
Без покрытия	—	—	15	57	120

Во влажной камере (отн. влажность 98%).

1. Грунтование одним слоем грунтовки ЭП-0104 с вязкостью 12—14 с по ВЗ-4.
2. Естественная сушка 1 ч.
3. Сушка при 50—60 °С 1 ч.
4. Окраска 5—6 слоями эмали ФП-566 с вязкостью 12—16 с; междуслойная естественная сушка 2 ч.
5. Сушка комплексного покрытия при 60 °С 1 ч и при 80 °С 3 ч.

Ответы на вопросы по применению лакокрасочных материалов

528. Вопрос. Чем защитить наружную поверхность алюминиевых емкостей, эксплуатирующихся в подвале пивзавода? Цвет пленки покрытия должен быть белым.

Ответ. В аналогичных условиях (загазованная атмосфера с 90%-ной влажностью, периодический облив водой и содовым раствором) 3,5 года находилось в хорошем состоянии следующее покрытие:

Грунтовка КФ-030—1 слой
Эмаль ХВ-1100—3 слоя
Эмаль ХСЭ-1—2 слоя*

* Применение на нижние 3 слоя эмали ХВ-1100 (бывш. ПХВ-26) вызвано дефицитностью эмали ХСЭ-1.

529. Вопрос. Целесообразно ли в помещениях животноводческих ферм защищать органосиликатным материалом ВН-30 оборудование, подвергающееся воздействию влажной атмосферы, содержащей пары серной кислоты, и периодическому обливу слабым раствором серной кислоты? Материал ВН-30 разрешен к применению в животноводческих помещениях.

Ответ. Установлено, что материал ВН-30 не выдерживает периодического облива серной кислотой; он стоек только в атмосфере помещений, загазованных парами этой кислоты.

Для условий эксплуатации, изложенных в вопросе, стойкими являются системы покрытий сополимерными хлорвиниловыми материалами, разрешенными санэпидемслужбой для применения в пищевой промышленности.

530. Вопрос. Каким лакокрасочным покрытием можно защитить сборную конструкцию из углового железа при следующих условиях эксплуатации: воздействие паров воды, машинного масла, производственной пыли и температуры до 125 °С?

Ответ. Экспериментально установлено, что в этих условиях в течение полутора лет в хорошем состоянии находится эпоксидное покрытие, состоящее из 3 слоев шпатлевки ЭП-00-10, толщиной 90—110 мкм. Междуслойная сушка 24 ч при 18—23 °С; выдержка покрытия до эксплуатации — 7 сут. Шпатлевка ЭП-00-10 наносится распылением при вязкости 20 с по ВЗ-4.

531. Вопрос. Какое лакокрасочное покрытие стойко в условиях хранения и транспортировки водных паст кубовых красителей?

Ответ. НПО «Лакокраспокрытие» установлено, что при воздействии паст кубового красителя золотисто-желтого и тиоиндиго ярко-розового и алого выдерживает 20-месячную эксплуатацию покрытие, состоящее из 2 слоев шпатлевки ЭП-00-10 и 1 слоя эмали ХС-710.

Это покрытие, помимо стойкости к указанным пастам, обладает хорошей адгезией к металлу и высокой эластичностью, что имеет большое значение при транспортировке бидонов с красителями.

532. Вопрос. Каким полиэфирным лаком можно заменить (без ухудшения качества покрытия) лак ПЭ-246?

Ответ. Установлено, что покрытие лаком ПЭ-232 (МРТУ 6-10-743—68) не уступает лаку ПЭ-246. Лак ПЭ-232 хорошо наносится наливом и пневматическим распылением, высыхает как при комнатной, так и при повышенной температурах, хорошо шлифуется и полируется.

533. Вопрос. Существуют ли лакокрасочные материалы, стойкие в условиях эксплуатации трубо-

проводов и арматуры для агрессивных сточных вод на нефтепромыслах?

Ответ. В последнее время для защиты таких трубопроводов успешно применяют эпоксидную смолу ЭД-20 (бывш. ЭД-5) с введением в нее алюминиевой пудры и отвердителя — полиэтиленполиамина. Продолжительность выдержки до полного формирования пленки перед эксплуатацией — около 3 сут. Состав смеси (вес. ч.):

Смола ЭД-20—100
Алюминиевая пудра* ПАП-1—13
Отвердитель ПЭПА—12

* Вводится для увеличения износостойкости.

534. **Вопрос.** Нужна ли длительная (в течение нескольких суток) выдержка образцов, окрашенных материалами горячей сушки, при комнатной температуре перед проведением испытаний покрытий?

Ответ. Нет, не нужна. Согласно ГОСТ 19007—73, п. 3 (введен взамен ОСТ 10086—39, М.И.—17), пластинки со слоем лакокрасочного покрытия горячей сушки выдерживают в горизонтальном положении при режиме, указанном в документации на испытуемый материал, а затем — в течение 3 ч при 20±2 °С и относительной влажности воздуха 65±5%. После этого они готовы к испытаниям.

535. **Вопрос.** В руководящих материалах «Общие технические условия на изготовление машин, поставляемых в страны с тропическим климатом», Стандартгиз, 1964, рекомендовалось применять алкидно-стирольную эмаль МС-17 в виде двухслойного покрытия без грунта. Действительны ли эти рекомендации?

Ответ. Нет, не действительны. В ГОСТ 15157—69 на окраску изделий, поставляемых в тропики, указано, что эта эмаль применяется в соответствии с отраслевой документацией.

При разработке и практической проверке рекомендаций для документации такого рода установлено, что для достижения высокой эксплуатационной стойкости эмаль МС-17 следует наносить по грунтам. В зависимости от условий эксплуатации рекомендуются грунтовки ГФ-20, ФЛ-03-К, ГФ-032 и другие.

536. **Вопрос.** Некоторые предприятия защищают металлические изделия и бетонные стены, подвергающиеся воздействию хлорной извести, кузбасслаком. Насколько устойчиво такое покрытие?

Ответ. Опыт показывает, что защита каменноугольным лаком (бывш. кузбасслаком) поверхностей, подвергающихся воздействию агрессивной среды — хлорной извести и пр. не эффективна. Уже через 4—6 мес покрытие разрушается полностью. Лучшими свойствами обладает 3-слойное асбовиниловое и др. покрытия, выбираемые в зависимости от условий эксплуатации.

Экономика и организация производства

УДК 658.155:667,6

Снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности работы предприятий лакокрасочной промышленности

А. Ф. ЛЕБЕДЕВ
(В/О «Союзкраска»)

Одним из наиболее важных факторов оптимизации технико-экономических показателей деятельности предприятий является систематическая работа, направленная на снижение затрат на производство продукции. За 1971—1973 годы в лакокрасочной промышленности отмечалось систематическое снижение себестоимости и повышение рентабельности производства. Так, затраты на 1 рубль товарной продукции составили в 1971 г.— 86,92 коп., 1972 г.— 86,55 коп., 1973 г.— 86,30 коп.

Рентабельность лакокрасочной отрасли химической промышленности за отчетный 1973 год характеризуется нижеследующими важнейшими экономическими показателями (см. таблицу).

Данные таблицы показывают, что за отчетный год по сравнению с 1972 г. при росте основных производственных фондов на 13,0% объем производства увеличился на 9,8%, а прибыль возросла на 11,8%. Затраты на 1 рубль товарной продукции снизились на 0,22 коп., в то время как фондоем-

Показатели	1972 г. (отчет)	1973 г. (отчет)	1973 г., % к 1972 г.
Валовая продукция (в ценах на 1.VI.67 г.), тыс. руб.	1210305	1320318	109,8
Товарная продукция, тыс. руб.	1226270	1346295	109,8
Себестоимость товарной продукции, тыс. руб.	1061383	1161895	109,5
Прибыль на произведенную продукцию, тыс. руб.	164887	184400	111,8
Среднегодовая стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, тыс. руб.	532380	584348	109,8
в том числе стоимость основных производственных фондов	373785	422500	113,0
Рентабельность, %			
к фондам	31,0	31,6	
к себестоимости	15,5	15,9	
Затраты на 1 рубль товарной продукции, коп.	86,55	86,30	99,7
Фондоемкость, коп.	30,48	31,38	103,0

кость повысилась на 3%. В результате отраслевая рентабельность лакокрасочной продукции по отношению к себестоимости повысилась с 15,5% в 1972 г. до 15,9% в 1973 г., а по отношению к фондам — с 31,0 до 31,6%.

Увеличение промышленно-производственных фондов на 13% произошло преимущественно за счет введения в действие в 1973 г. таких мощностей как:

— производство серной кислоты на Крымском заводе пигментной двуокиси титана;

— производство эпоксидных смол (6,5 тыс. т) на Котовском лакокрасочном заводе;

— производство лаков и эмалей на полимеризационных смолах (36,0 тыс. т) на Лидском лакокрасочном заводе.

Наряду с этим в отчетном году, так же как и в предыдущем, крайне медленно продолжалось освоение уже введенных мощностей на Крымском заводе двуокиси титана, Нижне-Мальцевском химзаводе, Криворожском суриковом заводе. Ухудшились природные условия при добыче комовой охры, являющейся исходным сырьем для охры сухой — основного продукта производства Журавского охрового завода, где фондоемкость возросла на 77,6% (от 106,56 коп. в 1972 г. до 189,22 коп. в 1973 г.). Постепенно свертывалось производство на Минском ЛКЗ. Кроме того, были ликвидированы Гомельский ЛКЗ и к концу года Камышинский завод «Победа». Следствием этих факторов явилось повышение показателя фондоемкости производства, что замедлило рост среднеотраслевой рентабельности по отношению к фондам.

Основная масса прибыли в отрасли была получена за счет роста объема производства. Одновременно предприятиями В/О «Союзкраска» проведена значительная работа по снижению себестоимости продукции. Основные факторы снижения себестоимости в лакокрасочной отрасли рассмотрены ниже.

Если объединить предприятия В/О «Союзкраска» (без учета опытных производств) в группы в зависимости от уровня рентабельности по отношению к себестоимости (среднеотраслевая рентабельность 15,9%), то в 1973 г. имелось одно убыточное предприятие — Крымский завод пигментной двуокиси титана (убыточность этого завода по сравнению с 1972 г. возросла почти в 9 раз) и одно малорентабельное предприятие — Криворожский суриковый завод (рентабельность 3,1%). По сравнению с 1972 г. резко повысил свою рентабельность по отношению к себестоимости (с 5,6 до 28%) и перешел из группы малорентабельных в группу высокорентабельных предприятий Журавский охровый завод. Так же, как и в 1972 г., 13 заводов составили группу с рентабельностью от 5 до 15%; рентабельность от 15 до 25% имели 11 заводов. Отклонения по уровню рентабельности имелись лишь в пределах этих групп. При этом 9 заводов несколько снизили, а 14 — повысили рентабельность по отношению к себестоимости (в том числе на Лидском ЛКЗ рентабельность возросла с 2,5 до 9,1%).

Значительные различия в уровне рентабельности объясняются тем, что в «Союзкраске» большой удельный вес занимают предприятия, производящие лакокрасочные материалы разнородных групп (лаки на конденсационных смолах, эмали, нитропродукция и т. д.), а также полупродукты и сырье для их изготовления (смолы, пигменты, фталевый ангидрид и т. п.). Поскольку уровень рентабельности этих производств неодинаков, то состав производств предприятий оказывает существенное влияние на их рентабельность. Кроме того, уровень рентабельности зависит также от внутризаводской кооперации (в основном, наличия или отсутствия лакового цеха), уровня хозяйствования и ряда других факторов.

Среди факторов, влияющих на отклонение рентабельности отдельных предприятий от среднего уровня рентабельности, можно выделить следующие:

1) сырьевые затраты;
2) прогрессивный ассортимент;
3) освоение мощностей;
4) цены.

1). Лакокрасочная промышленность является материалоемкой отраслью: удельный вес сырья и основных материалов занимает >86% себестоимости товарной продукции. Поэтому сырьевые затраты служат определяющим источником снижения себестоимости.

Уменьшение затрат на сырьевую часть продукции может происходить как за счет применения более экономичных рецептур и замены дорогостоящего и дефицитного природного сырья более экономичными и высококачественными видами синтетических материалов, так и за счет возможного снижения расходных норм и сокращения потерь. Так, только за счет замены сырья достигнута экономия в сумме 2,7 млн. руб., в том числе: использование в производстве алкидных лаков дистиллированного таллового масла (ДТМ) и жирных кислот таллового масла (ЖКТМ), а также смолы НТ-40 позволило снизить расход растительных масел на 12 тыс. т и сэкономить почти 4,0 тыс. т канифоли; 2,8 тыс. т касторового масла было сэкономлено за счет его замены хлорпарафином ХП-470.

Кроме того, за счет снижения расходных норм сэкономлено: апатитового концентрата — 12 600 т, серной кислоты — 7187 т, сульфата натрия — 713 т, соды каустической — 302 т. При этом наименьшие затраты, как и в предшествующие годы, характерны для Днепропетровского, Челябинского, Ташкентского и некоторых других лакокрасочных заводов, а наиболее высокие сырьевые затраты имели завод «Красный химик» (г. Харьков), Львовский и Лидский ЛКЗ.

Особо следует сказать о Лидском ЛКЗ, где, несмотря на улучшение технико-экономических показателей в 1973 г., они все еще отстают от среднеотраслевых; завод имеет большие резервы снижения себестоимости именно за счет снижения норм расхода и сокращения потерь сырья; на этом же заводе чрезмерно высокие накладные расходы.

2). Зачастую наибольшее влияние на результаты деятельности предприятия оказывают ассортиментные сдвиги. В этом отношении наиболее показателен Рижский ЛКЗ, который в 1973 г. почти на 10% по сравнению с 1972 г. снизил прибыль на произведенную продукцию. Наибольшее влияние на ухудшение технико-экономических показателей Рижского ЛКЗ оказало резкое снижение объема производства высокорентабельного лака ПЭ-246, переданного на другие предприятия. Уменьшение производства указанного лака снизило прибыль завода на 0,9 млн. руб. И наоборот, на Пермском ЛКЗ за счет ассортиментных сдвигов получено увеличение прибыли. В связи с увеличением объема производства высокорентабельных эмалей ПФ-115 разных цветов прибыль завода возросла примерно на 0,5 млн. руб.

3). Важным фактором повышения рентабельности является также более быстрое и полное освоение производственных мощностей. В 1974 г. в основном за счет более интенсивного освоения производственных мощностей намечается сумму убытков по Крымскому заводу пигментной двуокиси титана сократить с 4,2 до 0,9 млн. руб; при этом объем реализованной продукции предполагается увеличить с 46 до 75 млн. руб. Должны быть введены в действие комплекс № 2 производства двуокиси титана, а также производство красных железоокисных пигментов. В последующие годы полное освоение указанных производств должно привести к тому, что Крымский завод пигментной двуокиси титана станет рентабельным.

Ускорение отработки технологического процесса производства бутил- и этилацетата в новом цехе Нижне-Мальцевского химзавода даст возможность повысить рентабельность этого завода. Улучшение показателей Криворожского сурикового завода также зависит от скорейшего освоения нового цеха по производству сурика и мумии, строительство которого закончено в 1973 г.

4). Объективным фактором, влияющим на экономические показатели заводов, и в первую очередь рентабельность, являются цены на сырье и готовую продукцию.

В последние два года фактор цен оказывал относительно небольшое влияние на отраслевые показатели рентабельности и прибыли. Однако для отдельных производств (прежде всего пигментов) это имело определенное значение. Так, на Журавском охровом заводе по сравнению с 1972 г. более чем в 2,6 раза увеличилась прибыль. Это объясняется в основном выпуском охры повышенного качества, вводом в действие с 1.I.1973 г. нового ГОСТ № 8019—71 на охру сухую и соответственно повышением цены. Этот же фактор может оказать влияние на повышение рентабельности Криворожского сурикового завода, если в связи с улучшением потребительских свойств основного вида продукции завода — железного сурика марки «К» — произойдет соответствующее изменение цен на этот продукт.

Таким образом, рассмотренные факторы служат важнейшими резервами снижения себестоимости лакокрасочных материалов, повышения их рентабельности и улучшения всех экономических показателей отрасли. Систематическое и комплексное использование имеющихся резервов — одна из важнейших задач предприятий и В/О «Союзкраска».

Указанные факторы являются определяющими и при разработке направлений снижения себестоимости лакокрасочной продукции и повышения эффективности производства отрасли в целом. При этом особое значение имеет использование высокоэкономичных синтетических видов сырья, сокращение и унифицирование потерь, увеличение удельного веса производства прогрессивных высокорентабельных марок лакокрасочной продукции, полное и качественное освоение производственных мощностей, а также максимальное снижение непроизводственных расходов (штрафы, пени, неустойки), отрицательно влияющих на рентабельность производства.

Опечатка, замеченная в № 4 за 1973 год

Стр.	Строка	Колонка	Напечатано	Должно быть
79	8	Правая	закрытие]	открытие

УДК 667.622.117.225:65.018

Технико-экономический анализ производства красных железоокисных пигментов

Е. А. СМЕЛОВ, З. Г. КУРБАН-ГАЛЕЕВА, М. Т. РОМАНОВСКАЯ

(В/О «Союзкраска», Челябинский филиал ГИПИ ЛКП)

В настоящее время красные железоокисные пигменты «К» выпускают по ТУ 6-10-602—74, введенным взамен МРТУ 6-10-602—66, на Челябинском лакокрасочном заводе (ЛКЗ) и Ростовском химическом заводе им. Октябрьской революции, а также на Ярославском химкомбинате по ТУ 6-10-1425—74 (без индекса «К»).

Особенностью существующих производств является применение различных технологических процессов и разного по качеству сырья, в результате чего выпускаемая продукция значительно отличается по технико-экономическим показателям: химическому составу, цвету, малярно-техническим свойствам и затратам на их производство.

Красный железоокисный пигмент «К» на Челябинском ЛКЗ получают прокалкой предварительно дегидратированного железного купороса во вращающейся трубчатой печи с последующей промывкой окиси железа репульпацией с отстаиванием, мокрым размолом в шаровой мельнице, сушкой пасты в барабанной сушилке и сухим размолом пигмента в дезинтеграторе. В качестве исходного сырья используют железный купорос — отход производства двуокиси титана, не удовлетворяющий ГОСТ 6981—54. Отходящие слабые сернистые газы данного производства выбрасывают в атмосферу без очистки, а сточные воды очищают на станции нейтрализации.

Красный железоокисный пигмент «К» на Ростовском химзаводе им. Октябрьской революции получают прокалкой технического железного купороса (ГОСТ 6981—54) на непрерывно движущейся колосниковой решетке (типа агломерационной ленты) с последующей промывкой окиси железа на фильтр-прессе типа ФПАК-25, сушкой пасты в барабанной сушилке и сухим размолом пигмента в вибромельнице. Микроизмельчением красного железоокисного пигмента «К» на воздухоструйной мельнице типа УСВ-600 с добавкой стеарина получают пигмент «струйного помола». На этом же предприятии выпускают пигмент по МРТУ 6-10-667—67, которые будут пересмотрены в 1974 г., для резинотехнической промышленности под названием «редоксайда».

Отходящие газы этого производства очищают от серного ангидрида и пыли в скруббере и от тумана серной кислоты в электрофильтре. Образующаяся серная кислота используется при получении окиси магния. Сточные воды нейтрализуют и после отстаивания сбрасывают (без извлечения сульфатов) в городской коллектор.

Пигмент, получаемый из технического железного купороса, отличается от пигмента, получаемого из отходного железного купороса, более высоким содержанием окиси железа.

Красный железоокисный пигмент на Ярославском химкомбинате получают прокалкой во вращающейся трубчатой печи желтого железоокисного пигмента (ГОСТ 18172—72) с последующей промывкой окиси железа, сушкой пасты в барабанной сушилке и сухим размолом на дезинтеграторе. Пигмент обладает более высоким качеством, отличаясь от пигмента, получаемого прокалкой железного купороса, цветом, формой и размером кристаллов, маслоемкостью, укрывистостью и красящей способностью. В настоящее время для данного пигмента утверждены специальные технические условия (ТУ 6-10-1425—74), отражающие специфические его показатели и регламентирующие область применения.

Преимуществом указанного метода является отсутствие газовых выбросов. Сточные воды очищают на станции нейтрализации.

Анализ качественных показателей пигмента (табл. 2) показывает, что продукция Ярославского химкомбината и Ростовского химзавода в отличие от Челябинского ЛКЗ (где сырьем служит отходный железный купорос) лучше.

Таблица 1

Предприятия	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.
Челябинский ЛКЗ	3703	3414	4212	4191
Ростовский химзавод—всего	2669	2722	2780	2693
в т. ч. красный железоокисный пигмент «К»	1666	1422	1480	1395
«струйный помол»	503	502	500	88
«редоксайд»	1003	1300	1300	1210
Ярославский химкомбинат	204	703	295	469
Итого	6586	6839	7287	7353

Однако в целом производство продукции на действующих предприятиях не удовлетворяет современным требованиям как с точки зрения охраны природы, так и по качеству и марочному ассортименту.

В табл. 1 приведены данные по объему производства (в т) красных железоокисных пигментов за период 1970—1973гг. Прирост продукции против 1970 г. составил примерно 12%.

Потребность же в этом пигменте из года в год растет и ввиду малотоннажности действующих производств обеспеченность в настоящее время составляет всего около 40% от потребности.

Дефицит будет полностью ликвидирован за счет ввода в 1974 г. и освоения крупнотоннажных производств.

Сравнение затрат на производство пигмента (табл. 3) показывает, что к наиболее рентабельным относится производство на Челябинском ЛКЗ, которое в отличие от других является более простым и менее энергоемким, требует меньше затрат на восстановительные ремонты технологического оборудования и использует отходный железный купорос собственного производства. Однако следует отметить, что себестоимость пигмента на Челябинском ЛКЗ не отражает полностью фактически необходимых затрат на это производство — не учитываются затраты на очистку и переработку отходящих от прокалочной печи сернистых газов, которые в настоящее время без утилизации выбрасывают в атмосферу через трубу высотой 76 м, и затраты, связанные с очисткой железного купороса в целях улучшения качества продукции.

Введение очистки сточных вод до санитарных норм на Ростовском химзаводе тоже несколько снизит рентабельность данного производства.

Таблица 2

Показатели	Пигмент «струйного помола»		Редоксайд				Красный железоокисный пигмент			Красный железоокисный пигмент «К»					
	Показатели по ТУ 6-10-602—74*	Фактические за 1973 г.	Показатели по МРТУ 6-10-667—67**		Фактические за 1973 г.		Показатели по ТУ 6-10-1425—74		Фактические за 1973 г.	Показатели по ТУ 6-10-602—74*		Ростовский химзавод		Челябинский ЛКЗ	
			1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт		1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт
Содержание Fe_2O_3, % не менее	96,0	98,4***	97,0	95,0	98,4	98,28	94,0	92,0	94,0	97,0***	95,0	97,5	97,5	90,2	89,3
										90,0	88,0				
Содержание водорастворимых солей, %, не более	0,4	0,4	0,8	1,8	0,7	1,49	0,5	0,5	0,5	0,4	1,0	0,43	0,78	0,29	0,42
Содержание влаги, %, не более	1,0	0,15	0,2	0,2	0,13	0,14	1,0	1,0	0,15	1,0	1,0	0,15	0,16	0,2	0,21
										6,0—7,2	6,0—7,0				
pH водной вытяжки	6,0—7,2	6,6	6,5—7,2	6,5—7,2	6,5	6,5	5,5—7,0	5,5—7,0	1,0	6,0—7,0	5,0—7,0	6,55	6,5	5,96	5,8
Содержание остатка, нерастворимого в HCl, %, не более	1,5	1,34	1,5	2,0	0,99	1,3	0,4	0,7	5,5	1,5	2,0	1,33	1,34	2,04	2,65
										2,5	3,5				
Укрывистость, г/м², не более	6,0	5,6	5,0	6,0	5,0	6,0	7,0	7,0	—	7,0	8,0	6,7	6,7	6,5	7,2
Остаток на сите 0063 отв/см, %, не более	0,3	0,023	—	—	—	—	0,2	0,4	7,0	0,5	1,0	0,62	0,82	0,2	1,14
Остаток на сите 10 000 отв/см², %, не более	—	—	0,8	1,0	0,66	0,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* ТУ 6-10-602—74, согласно которым выпускают красный железоокисный пигмент «К» и пигмент «струйного помола», введены с 1/III—74 г. взамен МРТУ 6-10-602—66;
** МРТУ 6-10-667—67 будут пересмотрены в 1974 г.
*** Числитель—требования к качеству пигмента, получаемого из технического железного купороса, знаменатель—из отходного железного купороса.

Таблица 3

Сравнительная калькуляция себестоимости 1 тонны красных железоокисных пигментов по отчету за 1973 г. (руб.—коп.)

Предприятия	Сырье и материалы за вычетом отходов	Зарплата основная, дополнительная и отчисления на соцстрах	Расходы на освоение и подготовку производства	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Цеховые расходы	Общезаводские расходы	Прочие производственные расходы	Заводская себестоимость	Внепроизводственные расходы	Полная себестоимость	Средняя оптовая цена, руб.	Рентабельность (%) к себестоимости (+) рентабельно, (—) убыточно
Ярославский химкомбинат	352—29	10—59	6—19	104—28	34—90	61—27	5—00	574—52	1—91	576—43	500	—13,2
Челябинский ЛКЗ	27—37	12—97	7—48	49—44	43—37	16—50	8—90	166—03	1—10	167—13	477	+185,7
Ростовский химзавод	79—98	19—82	4—20	126—62	45—19	95—09	4—29	375—19	1—20	376—39	498	+32,5
в том числе красный железоокисный пигмент	78—37	17—44	3—84	145—57	40—50	85—18	4—00	374—90	0—03	374—93	499	+33,1
«струйный помол»	94—06	18—97	4—32	156—41	45—09	91—06	4—50	414—41	3—27	417—68	500	+19,6
«редоксайд»	80—82	22—62	4—71	106—94	51—80	109—34	4—73	380—96	2—41	383—37	497	+29,8
Крымский завод двуокиси титана*	3—62	3—45	—	140—65	10—23	23—15	—	181—10	5—43	186—53	—	—
Сумский химкомбинат*	7—86	11—59	—	111—59	16—70	12—45	—	160—19	0—88	161—07	—	—

Показана проектная калькуляция (Ленфилиал ГИПИ ЛКП).

Таблица 4

Основные статьи затрат, влияющие на различие себестоимости красных железоокисных пигментов

Статьи затрат	Челябинский ЛКЗ			Ярославский химкомбинат			Ростовский химзавод		
	Количество	Цена, руб.—коп.	Сумма, руб.—коп.	Количество	Цена, руб.—коп.	Сумма, руб.—коп.	Количество	Цена, руб.—коп.	Сумма руб.—коп.
Сырье и основные материалы, руб.—коп.			27—37			352—29			78—37
в том числе железной купорос, 100%, т	2,328	10—46	24—36	—	—	—	2,705	24—65	66—69
сода кальцинированная, 100%, т	0,0161	46—00	0—75	—	—	—	0,148	42—60	6—30
желтый железоокисный пигмент, т	—	—	—	1,194	294	351—08			
аммиак водный, 100%, т	—	—	—	0,0099	122	1—21			
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.—коп.			49—44			104—28			145—57
в том числе электроэнергия, тыс. квт·ч	0,529	11—50	6—08	1,281		37—79	1,9501	12—70	24—77
газ, т. усл. топл.	1,202	15—08	18—12	1,127		28—65	3,966	18—00	71—39
Итого			76—81			456—57			223—94

Производство пигмента на Ярославском химкомбинате не рентабельно вследствие высокой себестоимости желтого железоокисного пигмента, который служит сырьем в этом производстве (см. журнал «Лакокрасочные материалы и их применение», 1973, № 5, с. 84—86), и малого объема производства.

В табл. 4 показано, по каким статьям наиболее существенно различаются затраты на производство данного пигмента на действующих предприятиях.

Сравнение приведенных затрат на производство пигмента марки «К» с учетом внедрения мероприятий по охране природы (табл. 5) еще раз подтвердило преимущество метода, применяемого на Челябинском ЛКЗ.

Новые крупнотоннажные производства запланированы на отходном железном купоросе от собственных производств двуокиси титана. Отходящие сернистые газы после сухой очистки в циклонах и электрофильтре будут утилизироваться в сернокислотном производстве, сточные воды — очищаться на станции нейтрализации.

Технологическая схема новых производств предусматривает более полную отмывку пигмента, мокрый размол с гидроклассификацией, поверхностную обработку пигмента и пароструйное микроизмельчение для отдельных марок. Запланировано освоение пигмента повышенной диспергируемости для новой грунтовки ГФ-0119 (взамен ГФ-020), пигмента обработанного и микроизмельченного для эмалей, пигментов для цветных цементов, кожевенных покрытий, пленочных материалов, керамики, а также крокуса и редоксайда для резинотехнической промышленности. Обеспечение выпуска этих марок в значительной, а для редоксайда — в определяющей степени будет зависеть от чистоты исходного железного купороса.

В настоящее время качество железного купороса — отхода производства пигментной двуокиси титана — по содержанию растворимых солей титана не удовлетворяет требованиям производства красного железоокисного пигмента и совершенно не пригодно для производства редоксайда. Это создает большие осложнения при освоении новых марок и разработки ГОСТ на данный пигмент.

Таблица 5

Расчет приведенных затрат на производство красных железоокисных пигментов с учетом внедрения мероприятий по снижению загрязненности окружающей среды

Основные показатели	Челябинский ЛКЗ	Ростовский химзавод		Ярославский химкомбинат	
		На первоначальный объем	На скорректированный объем	На первоначальный объем	На скорректированный объем
Годовой выпуск продукции (А), тыс. т	4,2	2,7	4,2	0,5	4,2
Текущие затраты на производство (себестоимость по изменяющимся элементам—C_1), руб.	99,78	245,41	243,0	474,03	384,5
Размер условно-постоянной части накладных расходов—всего, тыс. руб.	282,8	349,7	349,7	51,2	51,2
То же на тонну продукции—C_2, руб.	67,35	129,52	83,3	102,40	12,20
Дополнительные затраты на тонну продукции по содержанию и эксплуатации очистных установок, руб.					
всего—C_3	10	37	50,8	—	—
в том числе:					
газоочистная установка	10	—	—	—	—
водоочистное сооружение	—	37	50,8	—	—
Суммарная себестоимость одной тонны продукции $C = C_1 + C_2 + C_3$, руб	177,13	411,93	377,1	576,43	396,7
Суммарная себестоимость годового объема продукции $C \times A$, тыс. руб.	743,9		1583,8		1666,1
Капитальные вложения (К)—всего, тыс. руб.	185,7	271	368	100	224
в том числе:					
стоимость оборудования газоочистной установки	55,7 доп.	86	117	—	—
то же водоочистного сооружения	130	185 доп.	251 доп.	100	224
Нормативный коэффициент эффективности—$E_н$	0,15				
Сумма приведенных затрат—$(C + E_н \times K)$, тыс. руб.	771,8* / 813,8		1621,5		1699,7

* Числитель—с учетом отходного железного купороса, знаменатель—с учетом технического железного купороса.

Челябинским филиалом ГИПИ ЛКП показана возможность очистки отходного железного купороса от солей титана методом репульпации его в гидролизной кислоте с последующей фильтрацией на вакуум-фильтре или центрифуге, что требует изменения технологической схемы и установления дополнительного оборудования в отделении центрифугирования цеха двуокиси титана (этот вариант очистки купороса принят на Сумском химкомбинате) или строительства специального отделения очистки. Наиболее эффективной была бы замена центрифуг типа НГП-1200 центрифугами типа АГ-1800, что позволило бы выпускать железный купорос достаточно высокой чистоты. (Подобные центрифуги успешно применяются в ЧССР на заводе в г. Прерове).

Выпуск малотоннажных специальных марок красных железоокисных пигментов для производства электроосаждаемых грунтов, кроющей бумаги, эмалей для автомобилей и других планируется организовать в следующей пятилетке в комплексе с проектируемым крупнотоннажным производством желтых железоокисных пигментов на Крымском заводе двуокиси титана, которые будут служить сырьем для их производства.

В настоящее время ведутся исследовательские работы по разработке технологии получения высококачественных красных железоокисных пигментов в растворе (минуя стадию прокалки).

Таким образом, основными мероприятиями для ускорения технического прогресса в производстве красных железоокисных пигментов являются: ввод в действие и освоение в нормативные сроки крупнотоннажных производств на Сумском химкомбинате и Крымском заводе двуокиси титана, обеспечение данных производств качественным сырьем — железным купоросом, прекращение эксплуатации малотоннажных и неперспективных производств, расширение ассортимента и улучшение качества продукции, на которое, кроме указанных выше причин, значительное влияние оказывает бесперебойная работа печных агрегатов.

УДК 66.013:35.089.7

Некоторые методические вопросы образования фондов материального поощрения на предприятиях лакокрасочной промышленности

М. М. ОСТРОМОУХОВ, Е. Г. РЫБАКОВА, Т. М. КАТАРГИНА
(ГИПИ ЛКП)

Начиная с 1972 г. существенно изменена методика планирования фондов экономического стимулирования в пятилетнем и годовых планах предприятий, которая предусматривает зависимость размеров поощрительных фондов от выполнения заданий пятилетнего плана. Однако вследствие ряда причин, в основном связанных с практикой планирования, принятая методика образования фондов экономического стимулирования оказалась малоэффективной. Образовавшийся в 1971—1973 г.г. разрыв между основными фондообразующими показателями пятилетнего и текущих годовых планов привел в целом по В/О «Союзкраска» и большинству предприятий к уменьшению поощрительных фондов, что отрицательно сказывается на претворении в жизнь принципов экономического стимулирования повышения эффективности производства. В частности, с 1971 г. по В/О «Союзкраска» наблюдается тенденция уменьшения фонда материального поощрения (ФМП), который в 1971 г. составлял 11,9%, в 1972 г. — 10,9%, в 1973 г. — 10,3% к фонду заработной платы всего персонала. Это происходило несмотря на то, что темпы роста объема реализованной продукции и производительности труда в 1973 г. по сравнению с 1972 г. были почти вдвое выше, чем в 1972 г. по сравнению с 1971 г.

На некоторых предприятиях ФМП почти полностью образуется из резерва МХП, а на заводах, выполняющих задания пятилетнего плана, ФМП не достигает расчетной величины вследствие изъятия части его с целью перераспределения (для оказания помощи предприятиям, не выполняющим пятилетний план по независящим от них причинам).

Это свидетельствует о нарушении соответствия между мерой труда и мерой потребления, о снижении действенности стимулирования за достижение лучших результатов работы.

На основе анализа действующей системы фондообразования в лакокрасочной промышленности нами разработаны предложения по совершенствованию в предстоящем пятилетии основного из поощрительных фондов — фонда материального поощрения — источника премирования за текущие и годовые итоги деятельности предприятия и его цехов.

Основные принципы этих предложений, которые мы проиллюстрируем на условном примере, заключаются в следующем:

1. Образование ФМП должно быть увязано с годовым, текущим планированием. Данное положение не означает того, что нельзя рассчитать ФМП на конец и все годы пятилетнего плана.

2. ФМП рассчитывается ежегодно и образовывается в два этапа.

а) По шкале зависимости размера ФМП от удельного веса должностных окладов ИТР и служащих в общем фонде зарплаты (табл. 1), а также по шкале зависимости размера ФМП от уровня использования в планируемом периоде мощностей (табл. 2) определяется **расчетный ФМП** на каждый планируемый год.

Таблица 1

Шкала зависимости размера ФМП от удельного веса должностных окладов ИТР и служащих на предприятиях

Оклады ИТР и служащих в фонде зарплаты персонала, %	ФМП, % от фонда зарплаты всего персонала	Оклады ИТР и служащих в фонде зарплаты персонала, %	ФМП, % от фонда зарплаты всего персонала	Оклады ИТР и служащих в фонде зарплаты персонала, %	ФМП, % от фонда зарплаты всего персонала
10,0	10,2	16,0	12,0	22,0	13,8
11,0	10,5	17,0	12,3	23,0	14,1
12,0	10,8	18,0	12,6	24,0	14,4
13,0	11,1	19,0	12,9	25,0	14,7
14,0	11,4	20,0	13,2	26 и выше	15,0
15,0	11,7	21,0	13,5		

Таблица 2

Шкала зависимости размера ФМП от уровня использования мощностей

Использование мощностей, %	ФМП, % к определенному по табл. 1
до 70	70
71—80	80
81—90	90
91 и выше	100

Первая шкала предложена НИИТЭХИМ и отражает объективную закономерность в уровнях и динамике соответствующих величин. С учетом удельного веса заработной платы ИТР и служащих происходит формирование ФМП и в ныне действующей методике.

Вторая шкала определена нами эмпирически и, возможно, нуждается в последующей корректировке (изменении градаций, уменьшении интервалов величин и т. д.). Введение этой шкалы в расчетный ФМП является новым и, на наш взгляд, важным моментом, позволяющим при прочих равных условиях отдавать предпочтение тем предприятиям, в плане которых предусматривается рост производства и повышение эффективности на основе лучшего использования действующих мощностей.

б) **Плановый ФМП** устанавливается, исходя из расчетного ФМП, с учетом фондокорректирующих нормативов. Последние рассчитаны из принятого распределения удельного веса ФМП на фондокорректирующие показатели: рост объема реализации продукции — 40%, рост производительности труда — 30%, уровень общей рентабельности — 30%. Эти пропорции при распределении ФМП рекомендованы Междуведомственной комиссией при Госплане СССР в существующей методике.

3. Фондокорректирующие нормативы рассчитываются также в два этапа:

предварительные — путем деления соответствующих долей ФМП, образуемых вышеуказанными пропорциями, на прирост объема реализации продукции, производительности труда и на уровень общей рентабельности;

окончательные — определяются как величины, обратные предварительным, то есть вычитанием предварительных значений из 1 или из 2, 3 и т. д. (если величина предварительного норматива более 1, 2 и т. д.).

Предлагаемый нами порядок расчета окончательных нормативов является простым и эффективным, ибо он препятствует принятию заниженных показателей и стимулирует напряженность плановых заданий.

Окончательные фондокорректирующие нормативы должны являться не только повышающими, но и понижающими ФМП в зависимости от выполнения плановых фондокорректирующих показателей.

При снижении всех фондокорректирующих показателей в планируемом периоде против отчета предыдущего года (а такой случай может произойти) и невозможности расчета фондокорректирующих нормативов плановый ФМП устанавливается в пониженном (до 50%) размере по сравнению с расчетным ФМП по соответствующим шкалам. Размер понижения и уровень планового ФМП в каждом подобном случае должен устанавливаться В/О «Союзкраска». Ему же следует предоставить право устанавливать размер планового ФМП для предприятий, у которых по тем или иным не зависящим от них причинам не намечается роста фондокорректирующих показателей.

Это положение не противоречит существующему порядку перераспределения средств ФМП Всесоюзным объединением с учетом резерва МХП.

4. Нами предусматривается ограничение темпов роста ФМП у предприятий, в плане которых заложено освоение новых мощностей, вводимых за счет централизованных капитальных вложений, изменение горно-геологических и других основных условий производства. В этих случаях прирост объема реализации продукции и производительности труда, осуществляемый за счет вышеперечисленных моментов, для расчета корректирующих нормативов ФМП следует учитывать в половинном размере, то есть за каждый 1% роста соответствующих показателей принимать 0,5 от окончательного норматива.

Нам представляется, что данное предложение справедливо, так как оно не ставит в привилегированное положение заводы, которые имеют значительный прирост объема производства по причинам, менее зависящим от коллективов.

5. Размер фактического ФМП определяется аналогично образованию планового, но с понижающими коэффициентами за перевыполнение плановых показателей. Эти коэффициенты устанавливаются для предприятий индивидуально Всесоюзным объединением так, как это делается и в настоящее время.

Ниже приводится условный пример образования ФМП на предприятии.

В табл. 3 даны основные экономические показатели предприятия, которые служат исходной базой для планирования ФМП.

Таблица 3

Показатели	1975 г. факт.	1976 г. план	Рост, %
Объем реализации продукции, млн. руб.	100,0	115,0	115,0
в том числе ввод новых мощностей за счет централизованных капвложений		7,0	107,0
Численность персонала, чел	2050	2150	104,8
Производительность труда, тыс. руб.	48,7	53,4	109,6
в том числе при объеме производства на существующих мощностях (108 млн. руб.) и неизменной численности персонала (2050 чел.)		52,6	108,0
Общий уровень рентабельности, %	20,0	21,0	
Фонд зарплаты персонала, млн. руб.	3,0	3,12	104,0
Должностные оклады ИТР и служащих, % от фонда зарплаты персонала	18,0	18,0	
Уровень использования мощностей в планируемом периоде, %		88,0	

Примечание. Последний показатель определяется как отношение суммарного объема планируемого выпуска профилирующей продукции в натуральном выражении к суммарной мощности соответствующих производств, утвержденной на 1 января планируемого года.

По соответствующим шкалам (см. табл. 1 и 2) определяем расчетный ФМП, который составляет 11,3% к фонду заработной платы* (3,12 млн. руб.) или 352,6 тыс. руб. в абсолютном размере.

Рассчитываем фондокорректирующие нормативы, с учетом которых затем определяем плановый ФМП.

а) предварительные нормативы:

$$\frac{11,3\times0,4}{15}=0,30 \quad \text{(по приросту объема реализации)}$$

$$\frac{11,3\times0,3}{9,6}=0,35 \quad \text{(по приросту производительности труда)}$$

$$\frac{11,3\times0,3}{21}=0, \quad \text{(по повышению рентабельности)}$$

б) окончательные нормативы:

За каждый 1% прироста

объема реализуемой продукции 1—0,3 =0,7

производительности труда 1—0,35=0,65

За каждый 1% уровня общей рентабельности 1—0,16=0,84

Плановый ФМП состоит из расчетного (11,3%), увеличенного в соответствии с ростом фондокорректирующих показателей:

— за прирост объема реализации продукции, осуществляемый на действующих мощностях $8\%\times0,7=5,6\%$

— то же на мощностях, введенных за счет централизованных капвложений $7\%\times0,35^{**}=2,45\%$

— за прирост производительности труда, осуществляемый на действующих мощностях $8\%\times0,65=5,2\%$

— то же на мощностях, введенных за счет централизованных капвложений $1,6\%\times0,325^{**}=0,52\%$

— за прирост уровня общей рентабельности $\frac{1,0\times0,84=0,84\%}{14,61\%}$

Плановый ФМП равен 352,6 тыс. руб.$\times$114,61% =404,1 тыс. руб., что составляет 12,6% к фонду заработной платы персонала.

Нам представляется, что предложения по образованию фондов материального поощрения заслуживают внимания, так как обеспечивают их увязку с плановыми и фактическими результатами работы предприятий, учитывают напряженность плановых заданий и стимулируют повышение эффективности производства и в других отраслях химической промышленности.

От редакции. Статья печатается в порядке обсуждения.

* По табл. 1—12,6%, а с учетом данных табл. 2 он уменьшается до 11,3%.

** Уменьшенные вдвое нормативы.

---

11 октября с. г. в Ленинградском технологическом институте им. Ленсовета состоялось расширенное заседание кафедры технологии лаков, красок и лакокрасочных покрытий и секции лаков и красок Ленинградского отделения ВХО им. Д. И. Менделеева, посвященное памяти А. Я. Дринберга.

В 1974 году исполнилось 70 лет со дня рождения Анатолия Яковлевича Дринберга — одного из выдающихся ученых и специалистов в области химической технологии лаков и красок, лауреата Государственной премии, профессора, доктора технических наук.

А. Я. Дринберг — основатель кафедр технологии лаков, красок и лакокрасочных покрытий МХТИ им. Д. И. Менделеева и ЛТИ им. Ленсовета (последнюю он бессменно возглавлял четверть века). Анатолий Яковлевич — один из организаторов советской лакокрасочной промышленности. Им написан ряд учебных пособий и монографий по специальности.

На заседании были заслушаны доклады о жизни и научной деятельности А. Я. Дринберга и выступления его учеников и коллег.

УДК 667.622.117.284.4:628.543

Влияние режима синтеза милори на состав сточных вод и условия их обезвреживания

М. Н. МОШОШИНА, Ю. И. МЕЛЬНИКОВ

(ВНИИ ВОДГЕО, Челябинск; Челябинский лакокрасочный завод)

Сведения о составе сточных вод производства милори в литературе отсутствуют, а на практике концентрации побочных продуктов в сточных водах подвержены значительным колебаниям. Это, вероятно, объясняется сложным составом милори, а также степенью соблюдения режима синтеза.

Нами исследовано образование побочных продуктов при синтезе милори, переходящих в состав сточных вод, и предложены возможные методы очистки стоков.

В качестве исходных веществ использовали ферроцианид калия, железный купорос, бертолетову соль, бихромат калия, соляную и серную кислоты квалификации «х. ч.» и «ч. д. а.». Исходные солевые растворы готовили на дистиллированной воде.

Ниже приводятся режимы и рецептуры, принятые для синтеза милори.

Режим № 1 (3%-ный избыток сульфата закиси железа): 52,1 г ферроцианида калия растворяли в 0,24 л воды, 44,3 г сульфата закиси железа — в 0,29 л воды и 5,8 г бертолетовой соли — в 0,083 л воды. Затем раствор сульфата закиси железа вводили в раствор ферроцианида калия, добавляли 34,3 г 30%-ного раствора соляной кислоты и кипятили в течение 4 ч, после чего окисляли массу бертолетовой солью и кипятили еще 10 мин. Выход 45 г сухого пигмента.

Режим № 2 (3%-ный избыток ферроцианида калия): 45,33 г ферроцианида калия растворяли в 0,206 л воды, 36,3 г сульфата закиси железа — в 0,245 л воды и 4,87 г бертолетовой соли — в 0,069 л воды. Раствор сульфата закиси железа вводили в раствор ферроцианида калия, добавляли 28,6 г 30%-ного раствора соляной кислоты и кипятили 4 ч, затем окисляли массу бертолетовой солью и кипятили еще 10 мин. Выход пигмента 38 г.

Режим № 3 (замена окислителя): 43,2 г ферроцианида калия растворяли в 0,202 л воды и подогревали до 82 °С; 35,4 г сульфата закиси железа растворяли в 0,233 л воды и тоже подогревали до 82 °С. Раствор сульфата закиси железа вводили в раствор ферроцианида калия и перемешивали при указанной температуре 15 мин. После этого добавляли 26,6 г H_2SO_4 и перемешивали 30 мин. Затем массу окисляли 10%-ным (11,3 г) раствором $K_2Cr_2O_7$ и перемешивали в течение 2 ч без подогрева. Выход пигмента 37 г. Предложение о замене окислителя связано с рассмотренным ниже изменением состава сточных вод.

Анализ синтезированных образцов проводили по методам испытаний ГОСТ 5208—69. В первых промывных водах, которые составляют 30% от общего объема образующихся стоков и содержат весь маточный раствор, определяли содержание токсичных цианидов, гексацианоферратов, сульфатов, хлоридов, железа и калия по унифицированным методам анализа вод.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость физико-химических показателей пигмента от режима синтеза милори

Условия опыта	Интенсивность, % к эталону	Стойкость к действию щелочей	
		15 мин	60 мин
Эталонный образец	100,0		
Режим №1			
опыт 1	119,0	Цвет стал светлее	Появление вспучиваний
опыт 2	121,4		
опыт 3	120,9		Начало разрушения
Режим №2			
опыт 4	132,0	Легкое изменение цвета	Заметное посветление
опыт 5	129,0		
опыт 6	130,3		
Режим №3			
опыт 7	126,0	»	Явное изменение цвета
опыт 8	125,4	»	Посветление
опыт 9	120,9	»	»

Примечание. Время полного разрушения эталонного образца и образцов опытов 1—3 95 мин, опытов 4—9 165 мин.

Из табл. 1 видно, что режим № 2 обеспечивает получение наиболее интенсивных и щелочеустойчивых образцов.

Изменение режима синтеза милори существенно влияет на состав сточных вод (табл. 2).

Полное обессоливание сточных вод, образующихся при синтезе милори по режиму № 1, может быть достигнуто путем их выпарки. Расход тепла на нагревание и выпаривание 28 м³ концентрированных сточных вод от производства 1 тонны милори составит 16 550 ккал.

Появление в сточных водах цианистых соединений (режим № 2) обусловлено наличием избытка ферроцианида калия, который разлагается на стадии термообработки соляной кислотой с образо-

Таблица 2

Состав и количество образующихся соединений (в расчете на 1 т милори), переходящих в сточные воды

Состав сточных вод	Режим №1		Режим №2		Режим №3	
	Количество, кг/т	Концентрация, г/л	Количество, кг/т	Концентрация, г/л	Количество, кг/т	Концентрация, г/л
K_2SO_4	1036,6	34,55	1034,1	33,98	1263,8	42,0
$FeSO_4$	79,1	2,63	79,7	3,1	—	—
$FeCl_3$	288,44	9,61	287,36	9,54	—	—
HCl	144,46	4,82	143,64	4,74	—	—
$Fe(CN)_6^{3-}$	—	—	0,42	0,015	—	—
$Fe(CN)_6^{4-}$	—	—	0,059	0,0021	—	—
Токсичные цианиды	—	—	0,95	0,034	—	—
$Cr_2(SO_4)_3$	—	—	—	—	410,9	13,6
$Fe_2(SO_4)_3$	—	—	—	—	419,3	13,9

Примечание. Режим № 1 и № 3—pH 2,5, № 2—pH 3,4.

ванием цианида закисного железа и газообразной цианистоводородной кислоты, частично остающейся в растворе. Цианид закисного железа, в свою очередь, соединяясь с солью щелочного металла железистосинеродистой кислоты, дает осадок железистосинеродистого железа, а также двойную соль закисного железа и щелочного металла железистосинеродистой кислоты. Таким образом, смещение технологического режима в сторону избытка ферроцианида калия (режим № 2) является особенно нежелательным, так как при этом требуются дополнительные затраты на создание установок по обезвреживанию циансодержащих газовых выбросов и сточных вод, хотя получаемая при этом милори отличается улучшенными интенсивностью и щелочестойкостью. Однако в некоторых случаях, когда предъявляются повышенные требования к качеству пигмента, милори получают по такой технологии. В этом случае наиболее экономичным способом очистки образующихся стоков является упарка их в аппаратах с погружными горелками, которые имеют простую конструкцию, относительно малую стоимость, высокую интенсивность теплообмена между продуктами сгорания и раствором, высокий к.п.д. использования топлива.

При замене бертолетовой соли и соляной кислоты бихроматом калия и серной кислотой (режим № 3), хотя процесс синтеза и удорожается, но при этом полностью исключается образование не только токсичных цианидов, но и хлоридов, и улучшаются условия производства. Сточные воды, содержащие при этом только сульфаты железа, хрома и калия (см. табл. 2) могут быть очищены реагентным способом с применением в качестве осадителя феррохромового шлака, на 65—70% состоящего из двухкальциевых силикатов, и затем сброшены с общим стоком завода.

Феррохромовый шлак как нейтрализующий реагент, отличается от извести тем, что в нем окись кальция связана с β-Ca_2SiO_4 и γ-Ca_2SiO_4. В нейтральной среде гидролизуется только первый с образованием гидроокиси кальция; γ-Ca_2SiO_4, составляющая 95% общей массы двухкальциевых силикатов по отношению к воде инертна. В слабокислой среде идет ее гидролиз с образованием гидроокиси кальция, метасиликата кальция $(CaSiO)_3$ и кремниевой кислоты $(SiO_2 \cdot H_2O)$. В кислой среде гидролиз сопровождается образованием двух молекул гидрата окиси кальция и кремниевой кислоты [1].

В отличие от прямого осаждения известковым молоком взаимодействие солевых составляющих стока с двухкальциевыми силикатами протекает через медленную стадию гидролиза с последующим связыванием сульфат-ионов с ионами кальция (от гидролиза).

Кинетика осаждения ионов железа и хрома феррохромовым шлаком показывает, что лучшие результаты достигаются в случае применения сепарированного феррохромового шлака.

Коэффициент фильтруемости (K, см/с), рассчитанный по результатам фильтрационного анализа с помощью формулы Дарси [2, 3], оказался равным $4{,}5 \cdot 10^{-4}$ (против $3{,}8 \cdot 10^{-7}$ по методу прямого осаждения известковым молоком).

Итак, применение феррохромовых шлаков облегчает условия отделения осадка от маточной жидкости, исключает необходимость в шламонакопителях, делает схему экономически целесообразной.

Выводы

1. Предложено обессоливание сточных вод, образующихся в процессе получения милори по действующей технологии, осуществлять термическим способом в аппаратах с погружными горелками.

2. Показано, что смещение действующего технологического режима в сторону избытка ферроцианида калия экономически нецелесообразно из-за необходимости создания дорогостоящих установок по обезвреживанию образующихся токсичных цианидов, переходящих в сточные воды и газовые выбросы.

3. Установлено, что замена бертолетовой соли и соляной кислоты бихроматом калия и серной кислотой на стадии синтеза милори обеспечивает получение высококачественного пигмента и очистку сточных вод реагентным способом, а применение феррохромового шлака в качестве нейтрализующего реагента облегчает условия отделения осадка от маточной жидкости и исключает необходимость в шламонакопителях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафиуллин Н. Ш., Мошошина М. Н., Бобыренко Ю. Я. В кн.: Труды института ВОДГЕО. Вып. 42, М., 1973.
2. Черненко Л. Е., Ребиндер И. А. Коллоид. ж. 1950, № 12, с. 386.
3. Николаев А. В., ЖПХ, 1947, т. 20, с. 187.

Перечень ТУ и изменений ТУ на продукцию лакокрасочной промышленности, утвержденных В/О «Союзкраска» в мае-июне 1974 г.

Перечень технических условий на продукцию лакокрасочной промышленности, утвержденных В/О «Союзкраска» в мае—июне 1974 г.

№№ пп	Наименование материала в соответствии с ГОСТ 9825—73	Номер ТУ	Взамен ТУ	Срок	
				введения	действия
1.	Лак ЭП-540	ТУ 6-10-626—74 утв. 19.VI—74	ТУ 6-10-626—66	1.VII—74	до 1.VII—79
2.	Эмаль КЧ-136 черная	ТУ 6-10-1172—74 утв. 5.VI—74	ТУ 6-10-1172—71	1.IX—74	до 31.XII—79
3.	Эмаль ЭП-45	ТУ 6-10-1447—74 утв. 27.VI—74		1.IX—74	до 1.IX—79
4.	Эмаль МЧ-181 полуглянцевая	ТУ 6-10-720—74 утв. 27.VI—74	ТУ-6-10-720—68	1.VIII—74	до 1.VIII—79
5.	Эмаль ХВ-112 алюминиевая	ТУ 6-10-735—74 утв. 31.V—74	МРТУ 6-10-735—68	1.VIII—74	до 1.VIII—79
6.	Эмали ХВ-114 различных цветов	ТУ 6-10-747—74 утв. 31.V—74	МРТУ 6-10-747—68	1.VIII—74	до 1.VIII—79
7.	Эмаль для пола ФЛ-254	ТУ 6-10-733—74 утв. 31.V—74	МРТУ 6-10-733—68	1.VIII—74	до 1.VIII—79
	Лак электроизоляционный ФА-97	ТУ 6-10-1388—74 утв. 28.V—74	МРТУ 6-10-655—57	1.VII—74	до 1.VII—79
8.	Эмаль КЧ-190	ТУ 6-10-940—74 утв. 15.V—74	ТУ 6-10-940—70	1.VII—74	до 1.VII—79
9.	Красная проникающая жидкость «К» для цветной дефектоскопии	ТУ 6-10-750—74 утв. 5.V—74	МРТУ 6-10-750—68	1.VII—74	до 1.VII—79
10.	Белая проявляющая краска «М» для цветной дефектоскопии	ТУ 6-10-749—74 утв. 5.V—74	МРТУ 6-10-749—68	1.VII—74	до 1.VII—79
11.	Грунтовки АК-069 и АК-070	ТУ 6-10-899—74 утв. 10.VI—74	МРТУ 6-10-899—69	1.VIII—74	до 1.VIII—79
12.	Грунтовка ПФ-099 для струйного облива	ТУ 6-10-1127—74 утв. 7.V—74	ТУ 6-10-1127—71	1.VII—74	до 1.VII—79
13.	Компаунды КЧ-5 и КЧ-7	ТУ 6-10-619—74 утв. 28.V—74	МРТУ 6-10-619—66	1.VIII—74	до 31.IX—79
14.	Крепитель 4ГУ«С»	ТУ 6-10-716—74 утв. 5.V—74	ТУ 6-10-716—68	1.VII—74	до 1.VII—79
15.	Раствор линолеата марганца	ТУ 6-10-619—74 утв. 28.V—74	Вновь разработаны	1.VII—74	до 1.VII—79
16.	Смола ФПФ-1	ТУ 6-10-681—74 утв. 28.V—74	МРТУ 6-10-681—67	1.VIII—74	до 1.VIII—79
17.	Смола ФК-42В	ТУ 6-10-1441—74 утв. 7.V—74	Вновь разработаны	1.VII—74	до 1.VII—79
18.	Смола меламино-мочевино-формальдегидная ММФ-50	ТУ 6-10-664—74 утв. 25.VI—74	ТУ 6-10-664—67	1.IX—74	до 1.IX—79
19.	Раствор эпоксиэфира ЭЭ-42—3	ТУ 6-10-1442—74 утв. 11.VI—74	СТП 81—71 и ВТУ ОП-291—68	1.VIII—74	до 1.VIII—79
	Растворитель РС-1	ТУ 6-10-1420—74 утв. 31.V—74	ТУ МХП № 1848—52	1.VII—74	до 1.VII—79

Перечень изменений, внесенных в технические условия на продукцию лакокрасочной промышленности и утвержденных В/О «Союзкраска» в мае—июне 1974 г.

№№ пп	Номер ТУ	Наименование материала	Номер изменения и дата его утверждения
1.	ТУ 6-10-1026—70	Лак НЦ-083	Изменение № 1 от 18.V—74
2.	ТУ 6-10-1296—72	Лаки АК-113 и АК-113Ф	Изменение № 1 от 12.VI—74
3.	ТУ 6-10-1337—73	Эмаль НЦ-280 белая	Изменение № 1 от 15.V—74
4.	ТУ 6-10-643—72	Эмали МЛ-12 различных цветов	Изменение № 1 от 28.VI—74
5.	ТУ 6-10-463—74	Клей перхлорвиниловый марки ХВК-2а	Изменение № 1 от 12.VI—74
6.	СУ 6-10-661—72	Пигменты кадмиевые и кобальт фиолетовый темный для окраски пластических масс	Изменение № 1 от 28.V—74

Зарубежная наука и техника

УДК (047)629.135.2:667.6

Лакокрасочные материалы и покрытия, применяемые в авиастроении

(Обзор литературы)

В. В. ЧЕБОТАРЕВСКИЙ, Е. Б. АРБУЗОВ

В конструкциях самолетов применяется большое количество различных металлов и неметаллических материалов; основными из них являются алюминиевые сплавы и стали различного класса. Детали и обшивки самолетов имеют малые сечения, поэтому коррозионные поражения их могут привести к значительным потерям прочности. Учитывая, что самолеты и вертолеты могут эксплуатироваться в различных частях земного шара, вопросы антикоррозионной защиты приобретают особое значение.

Основная защита осуществляется лакокрасочными покрытиями (Пк), которые, кроме устойчивости в любых климатических условиях в течение 30—40 тыс. летных часов [1], должны быть стойкими к воздействию топлива, синтетических масел, гидрожидкостей, высоких температур, биологических факторов, а также к эрозии. К некоторым видам Пк предъявляются требования радиопрозрачности, неэлектризуемости и т. д. Мировой практикой установлено, что долговечность и высокие антикоррозионные свойства лакокрасочных Пк в авиастроении в решающей степени определяются способом и тщательностью подготовки поверхности перед окраской.

Подготовка поверхности под окраску. Обезжиривание деталей авиаизделия осуществляется в парах пер- и трихлорэтилена и метиленхлорида [2]. Затем производится собственно подготовка поверхности под окраску.

Наиболее распространенным способом подготовки алюминиевых сплавов является химическое оксидирование. Так, отделение фирмы Northrop (США), изготовляющее стрингеры для фюзеляжа гигантского авиалайнера Боинг 747, проводит следующую химическую обработку узлов: обезжиривание в парах трихлорэтилена, погружение в щелочной раствор кальцинированной соды с ингибитором при 71 °С на 15 мин, промывка водой при 45—54 °С — 5 мин, обработка в специальной ванне при 460—499 °С — 25 мин, кратковременная закалка, 5-кратная промывка водой и сушка горячим воздухом [3].

Фирмой Piper Aircraft для внешних и внутренних элементов самолета из алюминиевых сплавов применяется обезжиривание в трихлорэтилене с последующим нанесением на лист раствора Аллодин 1200 при 65 °С. Этот раствор, химически оксидирующий поверхность, придает листу желтую окраску и обеспечивает хорошую подготовку под цинкхроматный грунт [4]. Химическое оксидирование поверхностей алюминиевых сплавов производит [3, 5] и ряд других самолетостроительных фирм США и Англии (Gessova Aircraft, США, British Aircraft, Англия). Наиболее прогрессивный метод оксидирования осуществляется на заводе Nortronics фирмы Northrop, где осуществляется комплексная обработка — обезжиривание, подготовка поверхности под окраску, окраска в электрическом поле — на автоматических линиях; такой автоматизированный процесс получил название «car wash» [6].

Наряду с химическим оксидированием применяется и анодирование в хромовой кислоте (фирма Duglas, самолет DS-8, США), причем такая подготовка поверхности обеспечивает хорошую адгезию лакокрасочного Пк [7].

Фирма Locheed-California (США), занимающаяся выпуском реактивных пассажирских самолетов модели L-1011 Tristar, с целью повышения срока их службы и снижения простоев самолетов при обслуживании и ремонте, применила сернокислотное анодирование [8].

Известно, что одним из важных факторов, определяющих долговечность лакокрасочного Пк, служит адгезия. Научно-исследовательским центром при Управлении атомной энергии (Англия) проведено изучение механизма адгезии к анодиро-

ванным алюминиевым сплавам [9]. Испытывались следующие 5 лакокрасочных систем на анодированных в хромовой и серной кислотах сплавах:

— эпоксидные грунтовка и отделочное Пк;

— фосфатирующая грунтовка на модифицированной фенольной смоле и эпоксидное Пк;

— фосфатирующая грунтовка и эпоксидное Пк;

— фосфатирующая грунтовка на модифицированной фенольной смоле и синтетическое Пк;

— синтетическая грунтовка и синтетическое Пк.

Было установлено, что лакокрасочные системы с фосфатирующими грунтовками на анодированных подложках разрушаются при минимальных нагрузках; анодирование в хромовой кислоте обеспечивает высококачественную подготовку поверхности под окраску для всех эпоксидных систем.

Лакокрасочное покрытие. Длительное время эксплуатации и расширение географии полетов повысили требования к лакокрасочным Пк для авиации.

Специалисты фирмы BAS (Англия) пришли к выводу [1], что необходимо иметь систему Пк, удовлетворяющих следующим требованиям:

— приемлемый внешний вид;

— достаточная эластичность, противостоящая деформациям при изгибе металла;

— устойчивость ко всевозможным загрязнениям во всем диапазоне температур работы самолета;

— достаточная прочность при случайных повреждениях во время эксплуатации и технического обслуживания;

— способность сохранять защитные свойства в зонах местных повреждений.

Защита самолетов от коррозии лакокрасочными материалами включает защиту внутренних поверхностей, доступных или недоступных для осмотра (в том числе и окрашиваемых поверхностей топливных баков) и наружных поверхностей, к которым относятся отсеки, недоступные для осмотра [10].

Обычно система Пк состоит из грунтовки, содержащей ингибиторы коррозии, и покрывных слоев, стойких в различных климатических условиях, а также устойчивых к воздействию топлив, масел, гидравлических жидкостей, выхлопных газов и т. д. Иногда между этими слоями вводят так называемую промежуточную грунтовку с наполнителем [11] для улучшения междуслойной адгезии.

Известно применение защитных грунтовок на основе нитроцеллюлозных и алкидных смол, но ввиду слабой стойкости Пк к обливу синтетическими маслами эти материалы практически используют ограниченно [3, 12].

Защита алюминиевых сплавов. Наибольшее распространение получили грунтовки на основе эпоксидных смол, которые обычно отверждаются полиамидами — например английская эпоксидно-полиамидная грунтовка, рекомендуемая в тех. условиях MiI. P-23377 [13—17]. Эпоксидно-полиамидные материалы, пигментированные хроматом стронция, длительное время выдерживают температуру до 120 °С, сохраняют механическую прочность и высокие защитные свойства.

Все виды применяемых в настоящее время грунтовок для алюминиевых сплавов, химически оксидированных или анодированных в хромовой кислоте, содержат хроматные пигменты; фосфатирующие грунтовки не наносят, так как они могут вызвать разрушение окисного слоя на поверхности металла [10]. Пигментированные хроматом стронция эпоксидные грунтовки стойки к действию воды и гидрожидкостей, синтетических и минеральных масел. Адгезия их к анодированным поверхностям достигает 2,8 кгс/мм² [3]. В некоторых случаях в качестве хроматных пигментов используют хромат кальция или хромат цинка. На стыковые соединения и швы наносят грунтовки, наполненные хроматом бария.

При выявлении наилучших условий, в которых хроматные ионы предотвращают коррозию [3], установили, что степень вымывания ионов CrO_4^{2-} в воде изменяется в зависимости от длительности погружения. Так, из хроматных растворов с идеальной кривой «вымывания» выход хроматных ионов в первые часы составляет 5 мг/сут, после 24 ч — 1 мг/сут и далее снижается до постоянной величины вымывания 0,05 мг/сут через 10—15 дней после погружения.

Иногда для повышения эластичности описанных выше грунтовок производят их модификацию путем совмещения с виниловыми смолами; такие эпоксидно-виниловые грунтовочные Пк [18] применяют в авиастроении.

В США разработана уникальная грунтовка для самолетов, обеспечивающая улучшенную коррозионную стойкость при длительной выдержке в жестких условиях солевой и водной коррозии. Грунтовка содержит хромат стронция и тонкоизмельченный порошок магния; пленкообразующее — эпоксидная (диановая) смола со средним мол. весом 900 и полиамидная смола, имеющая аминное число 210—240, вязкость 500—750 Пз при 40 °С и плотность 0,99 г/см³ [19].

Эпоксидно-полиамидные грунтовки обеспечивают высокую адгезию к стали, алюминиевым и магниевым сплавам; они совместимы с покрывными слоями, способны пигментироваться различными хроматами и другими ингибиторами, достаточно химически стойки. Такими грунтовками производится защита как внутренних, так и наружных частей самолетов [20].

В случае применения высокоактивных гидрожидкостей на внутреннюю поверхность самолета наносят специальную эпоксидно-уретановую грунтовку [21, 22].

При применении алюминиевых сплавов, подвергнутых сернокислотному анодированию, для улучшения адгезии применяется специальная ингибированная водостойкая грунтовка [8].

В качестве фосфатирующих грунтовок применяют материалы на основе поливинилбутиральных смол; они служат скорее предварительными, чем защитными Пк. Ввиду их гидрофильности во время нанесения относительная влажность в помещении должна быть в пределах 30—75% [3].

Специфические требования предъявляются к Пк для защиты топливных баков. В основном для этой цели применяются эпоксидно-каучуковые, эпоксидно-уретановые и полиуретановые Пк, обеспечивающие длительную работоспособность в указанной среде [16, 20, 22]. Топливные баки самолета DS-8 (США) защищаются фенольно-каучуковым материалом, слой которого перекрывается несколькими слоями полиуретанового Пк, отверждаемого горячим влажным воздухом [23]. Для топливных баков самолета Delta DS-8 применяют прозрачный полиуретановый лак Duralast-146, также полимеризующийся в условиях повышенной влажности [24]. Полиуретановым Пк защищают от микробиологической коррозии топливные баки, помещающиеся в крыльях самолета С-130. Пленку отверждают на воздухе 42 ч, а затем 10 ч при 55 °С в атмосфере с влажностью 40—50% [25]. На самолете F-111 на внутренние поверхности топливных баков наносят полиуретановый материал марки General Dynamics F. M. C. 1046 [20].

В качестве защиты наружных поверхностей самолетов используют двухслойные эпоксидные, акриловые и полиуретановые лакокрасочные Пк* [15, 16, 26—28].

Из них наибольшее распространение в настоящее время получили Пк на основе акриловых (в том числе и непигментированных) и полиуретановых пленкообразующих [31]. Стандартное покрытие для самолетов ВВС США — акриловое; оно обладает помимо других ценных качеств, высокой теплостойкостью [3]. В авиапромышленности Англии также широко применяются акриловые материалы из-за их быстрого высыхания, стабильности при воздействии высоких температур и света, а также возможности быстрого удаления. Сообщается, что английские акриловые материалы имеют небольшой сухой остаток, что вызывает большую усадку Пк, поверхностные напряжения и склонность к растрескиванию при воздействии топлив. Срок службы акриловых Пк для наружных поверхностей, применяемых в Англии, около 3 лет; изменение цвета происходит при 176 °С, рабочая температура около 132 °С [3]. Акриловые Пк используются также на самолетах фирмы Piper, на самом большом в мире самолете С-5 Gelexci, а также на сверхзвуковом пассажирском самолете Concord [3, 32].

Другим видом распространенных Пк для наружных поверхностей являются полиуретановые, которые в настоящее время обладают наибольшей долговечностью. Их пленки твердые, глянцевые, атмосферостойкие, устойчивые к топливам и маслам и хорошо очищаются. Срок службы двухкомпонентных полиуретановых Пк для самолетов (по техническим условиям MiL — С-277-25) — 5 лет; изменение цвета происходит при 120 °С. Ввиду токсичности компонентов полиуретановых материалов при их нанесении должны приниматься известные меры предосторожности [3, 16, 18, 19, 33].

К непигментированным материалам для отделки наружных поверхностей самолетов относятся авиационные лаки, которые должны иметь отличную адгезию к металлу, высокие свето-, влаго-, термо- и коррозионную стойкость, прочность к истиранию. Перед нанесением лаков поверхность металла должна быть подвергнута анодному оксидированию. Наибольшее рас-

---

* Эпоксидно-полиамидные материалы не используют для наружных поверхностей ввиду существенного недостатка — меления [29].

пространение получили нитролаки, лаки на основе акриловых и полиуретановых пленкообразующих и другие синтетические [3]. Отмечается, что полиуретановые лаки, отверждаемые гексаметилендиизоцианатом, устойчивы к действию УФ излучения и обладают повышенной стойкостью к действию микроорганизмов и грибков [15, 16, 20, 31, 34].

Защита магниевых сплавов лакокрасочными материалами стала осуществляться лет 20 тому назад. Чтобы такая защита была надежной, следует наносить полную систему Пк (грунтовочный и эмалевый слои) и установить контроль за Пк при его эксплуатации. Однако детали, имеющие контакты, защитить бывает довольно трудно. В этих случаях предуматривается применение нескольких слоев эпоксидного материала высокотемпературной сушки (200 °С). Перед нанесением первого слоя детали предварительно прогревают, так как необходимо, чтобы металлические поверхности были совершенно сухими [11].

В общих случаях для магниевых сплавов используют хорошо зарекомендовавшие себя эпоксидные грунтовки с хроматными пигментами, а также эпоксидные, полиуретановые и виниловые эмали, стойкие к воздействию солевых растворов [3]

Для окраски стеклопластиковых деталей радиоантенн самолетов применяют Пк на основе эпоксидных, эпоксидно-каучуковых, фторопластовых и других пленкообразующих [35]. У самолета Fokker F-28 носовая часть обтекателя радиолокационной антенны покрыта эрозионностойким неопреновым протекторным слоем [14]. Детали из стеклопластика, находящиеся внутри самолета F-111, покрыты двумя слоями эпоксидно-полиамидной грунтовки и одним слоем эпоксидной эмали; для наружных деталей из стеклопластика применяется акриловое Пк.

В последнее время рядом авиастроительных фирм рассматривается вопрос о применении порошковых красок взамен обычных жидких. Порошковые Пк проходят испытания на деталях самолетов. В качестве пленкообразующих в порошковых композициях используются полиамиды, поливинилхлорид, фторопласт, ацетобутират целлюлозы, акрилаты, эпоксидные смолы и полиэфиры; однако при отделке поверхностей из алюминиевых и магниевых сплавов встречены трудности [36].

К лакокрасочным Пк для внутренних поверхностей сверхзвуковых и дозвуковых самолетов предъявляются одни и те же требования. Уменьшение их излучательной способности до 0,4 может быть достигнуто использованием слоистого наполнителя, например, алюминиевой или бронзовой пудры.

При полетах на больших скоростях обшивка самолетов может нагреваться до 230—540 °С, а Пк, применяемые в настоящее время, работоспособны лишь при температурах 200 °С [37], за исключением кремнийорганических и полиамидных, стойких при температурах 300—400 °С [7].

В настоящее время для разработки термостойких покрытий используют 6 классов полимерных материалов — полиимиды, полибензимидазолы, политриазолы, окиси полифениленов и полисульфоны, модифицированные кремнийорганические и алюминий-бор-кремнийорганические системы [3]. Ниже приводятся примеры новых термостойких материалов.

Кремнийорганический покрывной лакокрасочный материал, разработанный лабораторией авиационных материалов ВВС США, отличается высокими свойствами при длительной работе (до 10 000 ч) при 315 °С и кратковременной работе при 370 °С. Покрытие было детально испытано на подложках из нержавеющей стали и титанового сплава в сочетании со специально разработанной кремнийорганической грунтовкой. Пк выдержало длительные натурные испытания во Флориде и эксплуатационные на новом самолете XB-70 и управляемых снарядах [38, 39]. Вообще кремнийорганические Пк обеспечивают хорошее сцепление, эластичность и непроницаемость при 345 °С в течение 100 ч.

Полиимидные Пк предназначены для использования в качестве защитных для сверхзвуковых транспортных самолетов. Они выдерживают температуру 430—450 °С в течение 30 мин, 315—340 °С—24 ч и 260—290 °С — несколько недель [40].

Среди пигментированных наилучшие характеристики имели Пк на основе полиимида и полисульфона. В последнем образование трещин наблюдалось приблизительно через 200—230 ч. Сообщается [41] о новых полиимидных Пк, рекомендованных для применения в сверхзвуковых пассажирских самолетах, они выдерживают нагрев до 427—455 °С в течение 30 мин и до 260—288 °С в течение нескольких недель.

Фирма Moncanto разработала для защиты от аэродинамического нагрева деталей из нержавеющей стали, особенно передней кромки крыла, ряд органических, полуорганических и неорганических полимерных пленкообразующих для работы при температурах 345—540 °С. Запатентован [30] материал для наружных поверхностей (особенно пригодный для окраски передней кромки обогреваемой секции крыла самолета); он состоит из смеси эпоксидной смолы и 80—93% порошка нержавеющей стали с величиной частиц 10—70 мкм.

Имеются сообщения о специальных требованиях (стабильность цвета, дисперсность, отсутствие газовыделения и др.), предъявляемых к пигментам в термостойких покрытиях [42, 43].

Фирма DSMS Ind. Aerosols разработала ряд термостойких лакокрасочных материалов на основе кремнийорганических смол, поставляемых в аэрозольной упаковке. Покрытия ими способны длительно выдерживать температуры до 550 °С и кратковременно до 1000 °С. После отверждения при 200 °С в течение 1 ч они образуют глянцевый слой с хорошей адгезией к большинству металлов [44].

Технология окраски самолетов. Фирма Piper Aircraft для окраски своих самолетов использует новые методы и применяет поставляемое фирмой Devilbiss оборудование, что обеспечивает значительную экономию материалов и рабочего времени. По применяемой фирмой технологии сборка и летные испытания самолета выполняются после нанесения цинкхроматной грунтовки и до нанесения покрывных материалов на наружные поверхности. Грунтовка наносится автоматическим распылением, горячая сушка — в камере туннельного типа. Затем детали охлаждают на воздухе и направляют на сборку.

Собранный самолет поступает в моечную камеру, где внешние поверхности промывают моющим средством и насухо вытирают. После промывки самолет идет в распылительную камеру, где на него наносят ручным пневмораспылением первый слой акрилового покрытия. Сушка (на воздухе) проводится в соседнем помещении, оборудованном поворотной платформой диаметром 40 м (на платформе может разместиться 8 самолетов). На вращающейся платформе производится сушка и маскировка неокрашиваемых мест. После сушки пленку слегка зачищают абразивной шкуркой и самолет поступает на повторную окраску; всего наносится 3 слоя Пк [45].

Технология отделки самолетов Gessna Agwagon фирмы Gessna Aircraft (США)* [5] включает окраску алюминиевых и стальных деталей перед сборкой. Алюминиевые детали вначале подвергают химической обработке, стальные — пескоструйной, затем все они поступают в конвейерную линию, где производится нанесение эпоксидной грунтовки на наружную и внутреннюю поверхности; сушка — воздушная и в камере с ИК обогревом.

Окраска фюзеляжа производится до присоединения крыльев. Части поверхности, которые не должны быть окрашены, изолируют. Затем на наружную поверхность самолета наносят тонкий слой грунтовки и после сушки (30 мин) — покрывной слой. На собранном самолете лишь исправляют дефекты окраски.

Стенки распылительных камер (кстати, они изготовлены из синтетического материала, а не стальные, как обычно) могут автоматически перемещаться.

---

* Эти самолеты применяются для распыления жидких химикалий и сухих удобрений, многие из которых являются сильными коррозионными агентами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fritche P. Luftfanzttechnik Ranfanzttechnik, 1964, Bd. 10, № 11, S. 290—293.
2. Brown P. H. Metal Finishing, 1972, v. 70, № 11, p. 53—56.
3. Brown P. H. Metal Finishing,1969, v. 67, № 5, p. 32—44.
4. Dyment R. Metal Finishing, 1968, v. 66, № 4, p. 63—65.
5. Foley H. Ind. Finishing, 1967, v. 43, № 7, p. 68—72.
6. Mod. Metals, 1969, v. 25, № 1, p. 69—71.
7. Wheeler E. Materials Engineering, 1968, v. 67, № 3, p. 82—83.
8. Mater. Prot. a. Perform., 1972, v. 11, № 3, p. 53—54.
9. Popley A., Terry C., Walker P. Ind. Finishing, 1969, v. 21, № 249, p. 33—35.
10. Farka S. Surfaces, finition et protection, 1972, v. II, № 67, p. 42—46.
11. Warson H. Ind. Finishing a. Surface Coatings, 1972, v. 24, № 214, p. 24—25, 27—30.

12. Hoey C. E. Aircraft Engineering, 1967, v. 39, № 1, p. 23—26.
13. Eltis E. M., Morley Fm. Aircraft Engineering, 1961, v. 34, № 11. p. 359.
14. Buley A. R. Aircraft Engineering, 1967, v. 39, № 6, p. 22—40.
15. Lewin J. Pigment a. Resin Technol., 1973, v. 2, № 1, p. 18—20.
16. Lewin J. Aircraft Engineering, 1973, v. 45, № 2, p. 11—12.
17. Trends A. M. American Machinist, 1965, v. 109; № 16, p. 43.
18. Hakam S. Sampe Quart, 1971, v. 3, № 1, p. 45—58.
19. Пат. США 3748292, 1973.
20. Henry H. I., Key R. E. Metal Progress, 1968, v. 93, № 3, p. 62—66.
21. Пат. США 3660523, 1972.
22. Mach. mod., 1972, № 763, p. 55—58.
23. J. of the Society of Licensed Aircraft Engineering. a. Technologist 1964, № 11A, p. 228.
24. Plastic World, 1963, v. 21, № 11, p. 141 (use inquiry number PW5327).
25. Fuller C. E. Ind. Finishing, 1966, v. 42, № 2, p. 52—54.
26. Williams J. F. Mater. Prot. a. Perform., 1971, v. 10, № 9, p. 15—17.
27. Courad H. Plaste u. Kautschuk, 1971, v. 18, № 11, p. 849—852.
28. Comstock L. R., Milligan G. L., Nonter R. P. J. of Paint Technol., 1972, v. 44, № 573, p. 63—70.
29. Abbeelevan D. Mach. mod., 1973, № 767, p. 40—47.
30. Пат. США 3038822 и 3038823, 1962.
31. Hume K. Ind. Finishing, 1970, v. 22, № 267, p. 29—31.
32. Rubber a. plastics Age, 1967, v. 48, № 11, p. 1196—1198.
33. Air Force material Jal, 1967, № 716096, p. 355.
34. Paolo L. Pitture e. vernici, 1970, v. 46, № 6, p. 229—231.
35. Quart Rept us Rubber Comp., 1965, № 70, p. 892.
36. Koury A., Devine M. Aircraft Engineering, 1972, v. 44, p. 18—23.
37. Hoey C. E. J. Oil Colour Chem. Assoc., 1971, v. 53, № 12, p. 1026—1036.
38. Materials Engineering, 1973, v. 77, № 2, p. 57—59.
39. Boebel C. R. Ind. Heating, 1971, v. 38, № 4, p. 713—724.
40. Mock A. Materials Engineering, 1968, v. 68, № 7, p. 60—63.
41. Waccari A. Materials Engineering, 1970, v. 71, № 8, p. 35—37.
42. Paintindia, 1972, v. 22, № 1. p. 24—28.
43. New Technol., 1972, № 11, p. 14—18.
44. Ellinger M. L. Paint Manufacture, 1970, v. 40, № 5, p. 30—48.
45. Chase H. Ind. Finisching, 1967, v. 19, № 233, p 44—47.

УДК 667.644.3(088.8)

Безвоздушное распыление лакокрасочных материалов

(Обзор зарубежных патентов)

С. Д. КОРЯГИНА

(НПО «Лакокраспокрытие»)

Обзор включает патенты, опубликованные в 1970—1973 гг. Предметами изобретений являются установки для окраски методом безвоздушного распыления, распылители и сопла. По-прежнему основной конечной целью изобретений является улучшение равномерности покрытий по толщине, а также облегчение прочистки сопел от засорения. Усовершенствованию подвергаются и распылители для нанесения двухкомпонентных материалов.

Так, фирмой Secmer S. A. (Франция) заявлен [1] распылитель для одновременного нанесения двух компонентов — полиуретановой смолы и отвердителя. Компоненты по отдельным каналам поступают в смесительную камеру. Последняя представляет собой цилиндрическое отверстие, которое высверлено аксиально распылительной головке. Камера имеет очень небольшой объем, что предотвращает полимеризацию компонентов и засорение распылителя. Если же засорение все же произойдет, то головка со смесительной камерой легко снимается для прочистки.

Особенностью другой конструкции распылителя [2], предназначенного для распыления предварительно смешиваемых жидкостей (например, полиэфиры, пенообразующие добавки и пр.), является наличие специального смесительного клапана, который регулирует подачу компонентов, обеспечивая их точное дозирование. При этом давления на подачу отдельных компонентов различны. Благодаря простой конструкции распылителя облегчается его сборка и разборка при ремонте и чистке.

Фирмой Ransburg Electro-Coating (США) подана заявка [3, 4] на распылитель со спусковым механизмом, обеспечивающим облегченное открывание сопла и поддержание его открытым во время работы. С этой целью открывание (закрывание) сопла *1* (рис. 1) осуществляется при помощи сжатого воздуха, поступающего по каналу *2* при нажатии на спусковой крючок *3*. Последний воздействует на шток клапана *4*, который, перемещаясь, открывает доступ воздуху через отверстия 5—7 в камеры *15* (которая служит аккумулятором для более плавного открывания иглы клапана), *8* и *9*. Воздух отжимает назад поршень *10* со штоком *11*; при этом отходит игольчатый клапан *12*, открывая сопло. Лакокрасочный материал из камеры *13* поступает к соплу и распыляется. При отпускании

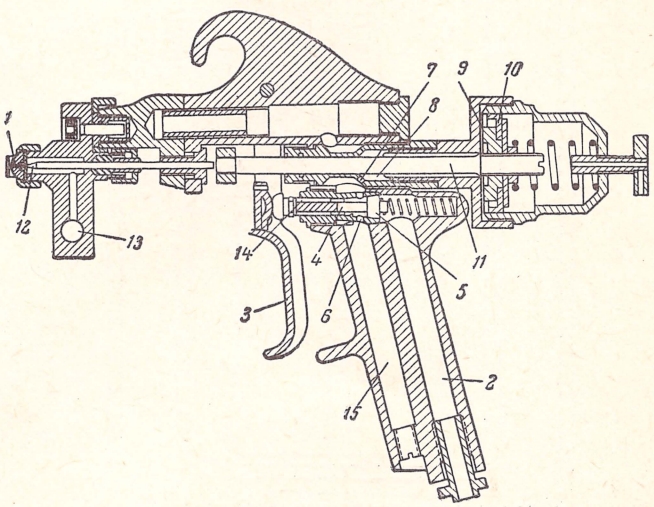


Рис. 1. Распылитель с пневматическим механизмом открывания сопла:

1 — сопло; *2* — воздушный канал; *3* — спусковой крючок; *4* — шток клапана; *5—7* — отверстие для прохода воздуха; *8, 9, 15* — воздушные камеры; *10* — поршень; *11* — шток; *12* — игольчатый клапан; *13* — камера для материала; *14* — отверстие для выхода воздуха в атмосферу.

спускового крючка *3* шток клапана *4* сдвигается влево, закрывая отверстие *5* и открывая отверстие *14*, через которое воздух выходит в атмосферу. Поршень *10* возвращается в крайнее левое положение, клапан *12* закрывает сопло *1*, прекращая распыление.

Фирмой Graco создан распылитель [5], позволяющий наносить очень равномерную по толщине пленку, что улучшает качество покрытия и уменьшает потери краски на распыление. С этой целью игольчатый клапан, открывающий и закрывающий отверстие сопла и регулирующий количество распыляемой краски, имеет некоторые особенности. Седло клапана выполнено в виде конуса, так же, как и конец иглы клапана. Но при этом угол конуса иглы больше, чем угол конуса седла (10—30° и 9—20° соответственно).

Фирмой Iosef Wagner (ФРГ) оформлена заявка [6] на конструкцию рукоятки распылителя, в которой предусмотрен канал для размещения фильтра высокого давления. Фильтр удерживается с помощью пружины, которая одним концом прикреплена к корпусу распылителя, а другим свободно входит в гнездо в корпусе фильтра. Последний с противоположной стороны поджимается накидной гайкой, расположенной на конце краскоподводящего шланга. При отвинчивании гайки фильтр выталкивается из рукоятки пружиной, так что может быть легко заменен или прочищен при засорении.

Патентуется [7] удлинительное устройство к серийно выпускаемым распылителям. Оно предназначено для окраски труднодоступных мест, например, высоких стен, потолков и т. п. Устройство состоит из ряда толстостенных цилиндрических отрезков, соединяющихся между собой без прокладок за счет применения так называемых конических соединений. На конце одного колена закреплено распылительное сопло. Отличие патентуемого устройства от других подобных заключается в том, что независимо от числа соединенных отрезков, весь канал для подачи краски от распылителя до сопла имеет постоянное сечение и ровную поверхность; отсутствуют какие-либо углубления, впадины и т. п., в которых могут скапливаться пузырьки воздуха, содержащиеся в краске. Такие пузырьки вызывают нежелательный выброс краски вследствие их значительного расширения (примерно в 100 раз) после того, как материальный клапан закрывают. Длина каждого отрезка удлинителя 0,6—0,9 м, толщина стенки позволяет работать при давлении до 175 кгс/см².

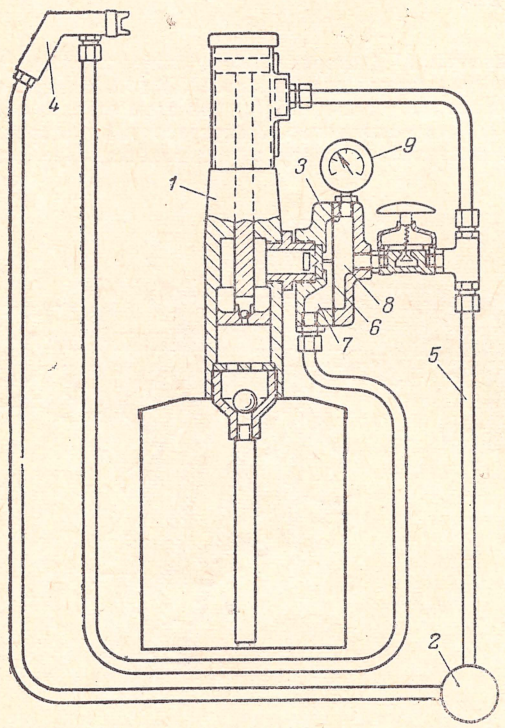


Рис. 2. Установка безвоздушного распыления с регулирующим клапаном:

1 — насос; *2* — компрессор; *3* — регулирующий клапан; *4* — распылитель; *5* — трубопровод для воздуха; *6* — мембрана клапана; *7* — полость для краски; *8* — полость для воздуха; *9* — манометр.

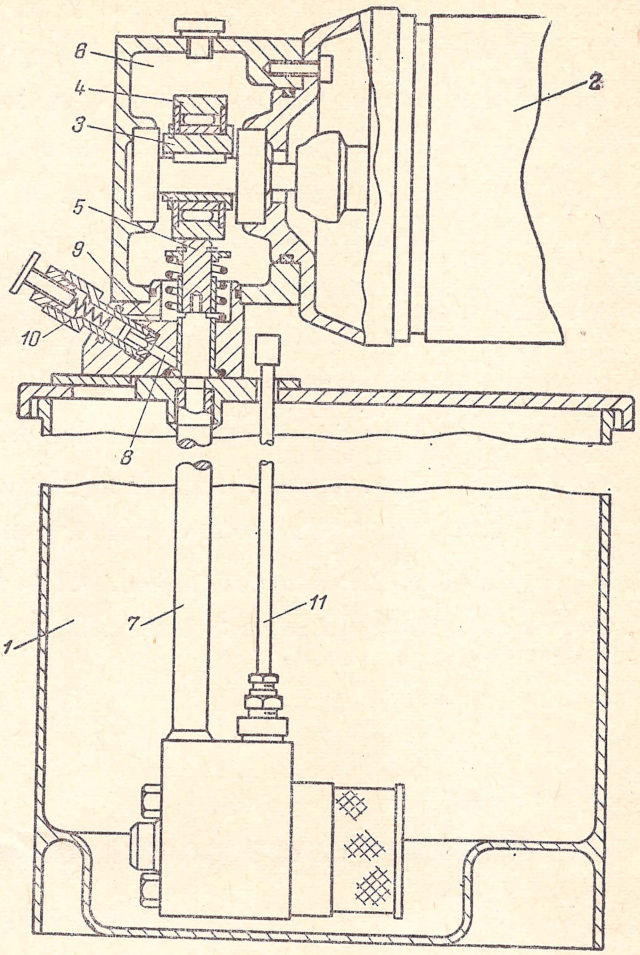


Рис. 3. Установка безвоздушного распыления с диафрагменным насосом:

1 — емкость для краски; *2* — электродвигатель; *3* — эксцентрик; *4* — игольчатый подшипник; *5* — поршень; *6* — картер; *7* — маслопровод; *8, 9* — каналы; *10* — предохранительный клапан; *11* — нагнетательный трубопровод.

Фирмой Atlas Copco (Швеция) патентуется [8] установка для безвоздушного распыления, которая состоит из поршневого насоса *1* (рис. 2), работающего от компрессора *2*, регулирующего клапана *3* (выполненного в виде редукционного клапана) и распылителя *4*. Открывание сопла распылителя осуществляется при помощи сжатого воздуха, подаваемого от компрессора по трубопроводу *5*. Достоинством конструкции является сглаживание пульсаций в напорном трубопроводе, что стало возможным благодаря наличию регулирующего клапана *3*. В клапане предусмотрена мембрана *6*, отделяющая полость с краской *7* от воздушной полости *8*. Возникающие пульсации давления передаются мембране *6*, прогибы которой их сглаживают, так что в распылителе давление постоянно. Манометр *9* для измерения давления установлен в воздушной полости *8*. Таким образом он избавлен от воздействия лакокрасочного материала. Установка долговечна и позволяет получать равномерные покрытия.

Английской фирмой Binks-Bullows патентуется [9] установка для безвоздушного распыления, в которой давление создается диафрагменным насосом, погружаемым в емкость с лакокрасочным материалом *1* (рис. 3). Установка работает от электродвигателя *2*, на валу которого укреплен эксцентрик *3* с игольчатым подшипником *4*. Эксцентрик, который приводит в возвратно-поступательное движение поршень *5*, помещен в картере *6*, заполненном нейтральной жидкостью, например маслом. При перемещении поршня масло подается по маслопроводу *7* к диафрагменному насосу для приведения его в действие. Если давление превышает допустимое, масло по каналам *8* и *9* клапана *10* возвращается в картер *6*, предотвращая поломку мембраны насоса. Нагнетательный трубопровод *11* насоса соединен с распылителем (не показан).

Библиография

Литература по лакокрасочным материалам и их применению

Айнбиндер С. Б., Жеглов О. С., Либерман Л. М. Исследование влияния полимерных покрытий на износ при вибрационных нагрузках. «Механика полимеров», 1973, № 6, с. 1029—1035.

Александрова Е. С. Магнитные краски и их применение. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство финансов СССР, 1973, вып. 7, с. 100—110.

Александрова Е. С. Магнитные краски, обеспечивающие автоматическое считывание. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство финансов СССР, 1973, вып. 7, с. 111—120.

Александрова Е. С., Фадина Г. А. Люминесцентные краски для печати маркированной продукции. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство финансов СССР, 1973, вып. 7, с. 121—127.

Алексеев С. М., Козлов Л. В. Способ получения порошковых красок. Авт. свид. 430138. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 20, с. 77.

Асахи Касси Когло Кабусики Кайша. Способ получения растворов полиуретанов. Пат. (Япония) 429591. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 19, с. 189.

Балтрушис Р. С. и др. Исследование декоративных свойств меламино-алкидных автоэмалей, стабилизированных 1-(1-нафтил)-2-тиодигидроурацилом. Каунас, Каунасский политехнический институт, 1973, 15 с.

Баринов Ю. Д. и др. Влияние окиси кальция на свойства фторсодержащих покрывных эмалей. В кн.: Труды Уральского института черной металлургии, «Металлургия», 1973, с. 77—82.

Батыр Д. Г., Федосеев М. С., Балан В. Т. Способ стабилизации полиуретанов. Авт. свид. 427967. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 18, с. 63.

Байбаева С. Т., Миркинд Л. А., Крылова Л. П., Навяжская Э. А., Салова А. С. Методы анализа лакокрасочных материалов. (Справочное пособие). М., «Химия», 1974, 468 с.

Белый В. А., Красовский А. М. Способ подготовки поверхностей изделий для нанесения полимерных покрытий. Авт. свид. 427878. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 18, с. 45.

Бернштейн Л. М. Кремнийорганический пропиточный лак. В кн.: Электроизоляционные полимерные материалы. М., МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1973, с. 8—15.

Бравве Б. С. Л. и др. Состав для покрытий. Авт. свид. 433190. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 70—71.

Бунтова В. И. Водоразбавляемые смолы низкотемпературной сушки. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 20—24.

Быстров В. И. и др. Способ получения двуокиси титана. Авт. свид. 424815. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 15, с. 76.

Великовский Т. Г. Шпаклевка. Авт. свид. 427974. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 18, с. 64.

Виноградов Ю. Н. Головка для лаконаливной машины. Авт. свид. 425658. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 16, с. 23.

Воейков В. А., Кечайкина Л. А. Безолифная поливинилацетатно-цементная шпаклевка «Читинка» для деревянных поверхностей. Экспресс-информация. М., Оргтранстрой, 1973, 10 с.

Волосюк В. М., Топорова Т. К., Ломака Т. Ф. Получение водорастворимых пленкообразующих повышенной стабильности. В кн.: Вестник Харьковского политехнического института. Химия и химическая технология органических веществ, 1973, № 83, с. 65—66.

Гаджиева Р. Г., Синицина Ю. Е. Модификация лакокрасочных покрытий ингибиторами коррозии. «Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности», 1974, № 4, с. 25—26.

Газиянц С. И. и др. Декоративно-защитное покрытие. Авт. свид. 420645. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 11, с. 90.

Гасанов Н. Н., Ильин С. Н. Электризуемость полимерных пленок и покрытий на основе ПВХ. «Кожевенно-обувная промышленность», 1973, № 12, с. 55—56.

Генель С. В. Об эффективности применения полимерных покрытий в пищевой промышленности. В кн.: Экономические проблемы химизации народного хозяйства СССР. М., АН СССР. Центральный экономико-математический институт, 1973, с. 80—87.

Гербер В. Д. и др. Защитные свойства покрытий на основе акриловых сополимеров, содержащих ингибирующие группы. «Защита металлов», 1974, т. 10, № 1, с. 71—73.

Гиллер Е. М., Лебедева И. Д. Защита стальных конструкций лакокрасочными материалами от коррозии в условиях тропического климата. В кн.: Зашита строительных материалов и конструкций от коррозии. Киев. Тезисы докладов ВСНТО. Комитет по коррозии и защите металлов. Гострой УССР, 1973, с. 31—32.

Гилядов Ж. К. и др. Влияние природы низкомолекулярных акриловых смол на пленкообразование порошковых красок. М., ИФХ АН СССР, 1973, 9 с.

Гладуш В. М., Белый Я. И. Исследование взаимосвязи кристаллизации окислов железа в грунтовой эмали и образования прогаров. В кн.: Труды Уральского НИИ черной металлургии, 1973, т. 19, с. 57—61.

Голант Ш. Н., Шуб Б. М. Применение синтетических материалов для окраски и герметизации кровель. Общество «Знание» РСФСР, 1973. 25 с.

Голько И. М., Коць П. И. Устройство для отделки поверхности изделий. Авт. свид. 425804. «Открытия,

---

ЛИТЕРАТУРА

1. ФРГ, заявка, 2156605, 1972.
2. Пат. США 3708123, 1973.
3. Англия, заявка, 1300961, 1972.
4. ФРГ, заявка, 2008728, 1970.
5. ФРГ, заявка, 2102252, 1971.
6. ФРГ, заявка, 2055936, 1972.
7. Пат. США 3700174, 1972.
8. Пат. ФРГ 2019373, 1972.
9. Фр. пат. 2149923, 1973.

изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 16, с. 52.
Голубков С. В. и др. Аэрозольное средство для очистки полимерных и лакокрасочных покрытий. Авт. свид. 433204. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 73.
Горбунова А. А. К вопросу о технологической стабильности поливинилхлоридных покрытий. В кн.: Сборник трудов Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института новых строительных материалов. М., ВНИИНСМ, 1973, вып. 36, с. 155—164.
Горный А. И. Установка для сверхтонкого измельчения органических красителей и пигментов. «Химическое и нефтяное машиностроение», 1973, № 11, с. 43.
Гук В. К., Радкевич В. Р. Оборудование для отделки необлицованных древесно-стружечных плит. (Обзор). М., ВНИПИЭИлеспром, 1973. 31 с.
Гуськов А. Ф. и др. Исследование возможности использования талловой канифоли марки «Б» ГОСТ 14201—69 в производстве масляно-смоляного лака. Вопросы химии и химической технологии. В кн.: Республиканский межведомственный тематический научно-технический сборник. Харьков, Харьковский Гос. университет им. А. М. Горького, 1973, вып. 29, с. 53—57.
Данилина Г. И., Сорокин А. С., Белоусова Т. П. Защита от коррозии стальных конструкций, работающих в среде, содержащей окислы азота. В кн.: Физико-химические методы исследования. Тула, Тульский политехнический институт, 1973, с. 68—73.
Деглина О. А. и др. Способ получения эфиров канифоли. Авт. свид. 430139. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 20, с. 77.
Докторов В. М., Игумнов А. А., Пономарев Ю. П. Устройство для очистки плоских поверхностей от лакокрасочных покрытий. Авт. свид. 422476. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 13, с. 29.
Долгий В. Д. Отделка фасадных поверхностей изделий заводского домостроения составами на полимерной основе (обзор). М., ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1973. 26 с.
Донде Г. Д., Золкин Ю. П., Семендуев В. Э. Устройство для автоматического определения окончания реакции переэтерификации. Авт. свид. 279946. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 210.
Дуров С. И. Исследование и разработка машинной технологии процесса нанесения декоративных покрытий на карамические и эмалированные изделия. Автореферат диссертации. Новочеркасск, Новочеркасский политехнический институт им. Серго Орджоникидзе, 1973. 19 с.
Емельянов Д. Н. и др. Вязкостные свойства суспензий сажи, двуокиси титана и желтого крона в растворах полиметилметакрилата. В кн.: Труды по химии и химической технологии. Горький, Научно-исследовательский институт химии Государственного университета им. Лобачевского, 1973, вып. 1, с. 134—135.
Ермаков Л. Н. Способ получения пигментной двуокиси титана. Авт. свид. 423824. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 14, с. 86.
Задиран А. М. и др. Установка для нанесения полимерных покрытий. «Машиностроение», 1973, № 11, с. 22.
Зобов Е. В. Изменение электропроводности лаковых пленок и их возможная структура. Кишинев, Кишиневский политехнический институт, 1973. 8 с.
Зольников В. Н., Файнгольд В. И. Установка для сушки пленочных покрытий на кольцевидных изделиях. Авт. свид. 421868. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 12, с. 113.
Иванова Л. В., Елисаветский А. М. Способ определения эффективности органических растворителей. Авт. свид. 420927. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 11, с. 152.
Иванов Н. А. и др. Полимерная композиция. Авт. свид. 427032. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 17, с. 105.
Инструкция по применению лакокрасочных пароизоляционных покрытий для защиты ячеистобетонных ограждающих конструкций в условиях повышенной влажности. Таллин, Госстрой ЭССР, 1974. 16 с.
Иосилевич В. Л., Кацин В. М. Терморадиационная сушилка для лакокрасочных покрытий на штучных изделиях. Авт. свид. 432014. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 22, с. 44.
Ицко Э. Ф. Защита от коррозии резервуаров питьевой воды. Серия Улучшение качества промышленной продукции (стандартизация, надежность, защитные покрытия, техническая эстетика). Л., Ленинградская организация общества «Знание» РСФСР, 1973, 36 с.
Каверинский В. С., Вихляев Р. М. Исследование седиментационной устойчивости пигментированных лакокрасочных материалов диэлектрическим методом. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 95—98.
Калинина Л. Е. и др. Исследование структурно-механических свойств покрытий из растворов полиуретанов. В кн.: Синтез и физико-химия полимеров. Киев, «Наукова думка», 1973, вып. 12, с. 148—152.
Карловский В. М. и др. Органические пигменты для поливинилхлорида. «Строительные материалы», 1973, № 12, с. 24.
Карнаев Н. А. и др. Способ получения свинцовых кронов. Авт. свид. 427036. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 17, с. 106.
Карякина М. И. и др. Изучение влияния природы растворителя на формирование пространственно-сшитых полимеров. В кн.: Химическая технология и химия. Рига, Министерство высшего и среднего специального образования Латв. ССР, 1973, с. 121—132.
Каталог инструментов и приспособлений для малярных работ. Л., Ленинградстрой, 1973. 41 с.
Квасников Ю. П., Костюченко Г. Ф. Водорастворимые акриловые пленкообразователи, содержащие глицидные группы. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославь, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 32—34.
Квасников Ю. П. и др. Водорастворимые связующие для красок глубокой печати. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 28—31.
Киль Т. А., Арбекова Т. А., Аксенов А. И. Полимерная композиция. Авт. свид. 433186. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 70.
Клебер В., Петрусенко П. И. Электростатическое лакирование. «Химия и индустрия» (болг.), 1973, т. 45, № 8, с. 363—365.
Климович А. Ф., Лазаренко Н. И., Гуринович Л. М. Изолирующие покрытия для подвесок гальванических ванн. «Защита металлов», 1974, т. 10, № 1, с. 103—105.
Козин М. В., Володин С. А. Распылительное устройство. Авт. свид. 420039. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 11, с. 26.
Козлов Н. Н. и др. Гравировальная эмаль. Авт. свид. 433192. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 71.
Коломоец Г. Г. и др. Антикоррозионная композиция. Авт. свид. 262299.«Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 210.
Колодящный А. П. и др. Установка для нанесения лакового покрытия на внутреннюю поверхность труб. В кн.: Технология и организация производства. Киев, Областное правление НТО, 1973, № 10, с. 46—48.
Коррозия и защита от коррозии. т. 3. Сборник статей. Серия Коррозия и защита от коррозии. М., ВИНИТИ, 1974, 207 с.
Коршиков Л. А., Кравцова Л. И., Безуглый В. Д. Получение полиметилакрилатных покрытий на токопроводящих поверхностях методом электрохи-

мического инициирования полимеризации. В кн.: Новости электрохимии органических соединений. VIII Всесоюзное совещание по электрохимии органических соединений. Тезисы докладов. Рига, «Зинатне», 1973. 212 с.

Коршиков Л. А., Кравцова Л. И., Безуглый В. Д. Получение полимерных покрытий на токопроводящих поверхностях. «Электрохимия», 1974, т. 10, вып. 1, с. 106—109.

Корсунский Л. Ф., Берколайко Н. З., Бахвалова М. В. Краска. Авт. свид. 430137. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 20, с. 77.

Корюкин А. В. и др. Влияние адгезионных свойств полимера на формирование и газопроницаемость металлизированных полимерных пленок. «Физико-химическая механика материалов», 1973, т. 9, № 6, с. 53—55.

Космачевский Б. П., Тришина М. С., Разработка и исследование лакокрасочного материала для защиты корончатых колпачков. В кн.: Труды Всесоюзного научно-исследовательского и экспериментально-конструкторского института продовольственного машиностроения. М., «Машиностроение», 1973, вып. 35, с. 68—70.

Костин И. А., Семеневич М. Ф. Машина для нанесения текстуры древесины на бумагу. Авт. свид. 432011. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 22, с. 43.

Костюченко Г. Ф., Квасников Ю. П., Филиппычев Г. Ф. Модифицированные глицидилсодержащие акриловые пленкообразователи. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 16—19.

Котлярский Л. Б. и др. Устройство для нанесения покрытий электроосаждением. Авт. свид. 433246. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 81.

Кочин Б. И. Обзор методов математической обработки результатов измерений при микроскопическом и электронномикроскопическом анализах дисперсности пигмента в красках. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство Финансов СССР, 1973, вып. 7, с. 74—80.

Кочин Б. И. Оценка дисперсности пигмента в печатных красках. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство Финансов СССР, 1973, вып. 7. с. 81—88.

Красноселов Б. К., Чарина М. В. Способ очистки надсмольных вод производства фенолформальдегидных смол. Авт. свид. 420572. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 11, с. 78.

Крищюнас А. И., Данкевичус А. Б. Устройство для нанесения пленок методом разлива. Авт. свид. 431909. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 22, с. 22.

Кудрявцева И. Н. и др. Способ получения полимербитумной композиции. Авт. свид. 429079. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 19, с. 81.

Кузьмичев В. И. и др. Изучение процесса электроосаждения малеинизированного льняного масла, модифицированного бутилфеноло-формальдегидным олигомером. 1. Влияние состава полимера на процесс электроосаждения. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 78—81.

Куксин А. Н. Исследование влияния наполнителей на адгезию полиуретановых покрытий на основе простых олигоэфиров. В кн.: Синтез и физико-химия полимеров. Киев, «Наукова думка», 1974, вып. 13, с. 153—157.

Курбанова И. И. и др. Покрытия на основе полиуретановых латексов. «Строительные материалы», 1973, № 6, с. 30—31.

Курене А. Ф. и др. Линия комплексной отделки щитовых элементов мебели нитролаками. Авт. свид. 425822. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 16, 56.

Кутепов Д. Ф. и др. Состав печатной краски. Авт. свид. 429081. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 19, с. 81.

Лабутина А. Л., Широкова С. С. Консервационные покрытия на основе синтетических латексов. «Защита металлов», 1974, т. 10, № 1, с. 106—107.

Лакокрасочная промышленность (развитие лакокрасочной промышленности за рубежом). Вып. 9. М., ГИПИ ЛКП (Ленинградский филиал), НИИТЭХИМ, 1973, 41 с.

Лакокрасочная промышленность за рубежом. Вып. 10. М., ГИПИ ЛКП, НИИТЭХИМ, 1973, 87 с.

Лакокрасочные покрытия со специальными свойствами. Материалы к краткосрочному семинару. Л., Ленинградская организация общества «Знание» РСФСР, Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 1973. 118 с.

Лапатухин В. С. и др. Способ изготовления черной краски. Авт. свид. 433193. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 71.

Лебедев В. П. и др. Некоторые пути повышения качества алкидных смол, модифицированных стиролом и акрилатами. Вестник Харьковского политехнического института, 1973, № 83, с. 67—70.

Лейбзон Л. Н. Исследование дисольверов, работающих на подготовке паст. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 86—91.

Лейбзон Л. Н. Реакционные аппараты лакокрасочных производств (периодического действия). Расчет и проектирование. Учебное пособие. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1974. 47 с.

Липатов Ю. С. и др. Состав для покрытий. Авт. свид. 430136. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 20, с. 77.

Липовецкий Г. З., Гинзбург М. А., Рудой Л. Я. Устройство для очистки внутренней поверхности крупных емкостей. Авт. свид. 431917. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 22, с. 24—25.

Литвак Д. В., Кац И. М. Комбинированные полимерные покрытия для антикавитационной защиты гидротехнических конструкций и оборудования. В кн.: Энергетическое строительство, № 12. М. — Л., Научно-техническое общество энергетики и электротехнической промышленности, 1973, с. 35—39.

Лялина Э. Э. и др. Способ модификации масляно-фенолформальдегидного связующего для печатной краски. Авт. свид. 423826. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 14, с. 87.

Магдеев Д. М., Стародубец Б. Г. О выборе маркировочной краски для бревен. В кн.: Труды ЦНИИМЭ, Химки, 1973, вып. 129, с. 154—158.

Мазо Э. Э., Ходский Л. Г. Изучение кинетики разрушения некоторых кислотостойких эмалевых покрытий при действии ортофосфорной кислоты. Изв. АН БССР. Серия химических наук, 1974, № 1, с. 106—108.

Мальцева Т. А., Волкова Т. С., Романов В. В. Методы защиты от коррозии металлических конструкций шахт и рудников. «Щахтное строительство», 1973, № 11, с. 13—15.

Мандель Р. Б. и др. Разбавитель для меламино-алкидных эмалей. Авт. свид. 431200. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 90.

Мануйлов А. И., Хатилович С. А. О выборе красок для отделки стандартных деревянных домов. «Деревообрабатывающая промышленность», 1974, № 1, с. 10—12.

Миттер М. Устройство для нанесения краски на полотно. Пат. (Австрия) 414776. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 5, с. 198—199.

Мельников К. А., Якушева Т. П. Некоторые особенности оксидирования растительных масел в пенном режиме. «Масляно-жировая промышленность», 1973, № 12, с. 32—34.

Механизация покраски мелких металлических изделий. Тематическая информация. Вильнюс, ЛитНИИНТИ, 1973. 31 с.

Мечинскас М. Ф., Бересневичюс З.-И. Г., Балтрушис Р. С. Полировочный состав. Авт. свид. 421709. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 12, с. 81.

Мирошниченко Г. Я., Карасев К. И. Определение стойкости лакокрасочных покрытий методом электроконтактной дефектоскопии. В кн.: Сборник трудов Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института новых строительных материалов. М., ВНИИНСМ, 1973, вып. 36, с. 165—174.

Мирошниченко Г. Я., Карасев К. И. Атмосферостойкость лакокрасочных покрытий различной толщины. В кн.: Сборник трудов Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института новых строительных материалов. М., ВНИИНСМ, 1973, вып. 35, с. 84—92.

Митрофанов В. П., Тюрин А. А. Лакировальная машина. Авт. свид. 429977. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 20, с. 47.

Михайлов В. М. и др. Способ получения алкидной смолы. Авт. свид. 422748. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 13, с. 94.

Мкртчян С. М. Классификация и способы получения минеральных пигментов. «Промышленность Армении», 1973, № 11, с. 57—59.

Многокомпонентные полимерные системы (сборник статей). Пер. с англ. М., «Химия», 1974. 328 с.

Муша Ж. Э. и др. Термоиндикаторный состав. Авт. свид. 433194. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 71.

Мучник П. Н. и др. Исследование и экспериментальное внедрение гидрофобно-активных покрытий для защиты от коррозии металлоконструкций угольных шахт. В кн.: Труды ВНИИ организации и механизации шахтного строительства. Харьков, УкрНИИОМШС, 1973, вып. 22, с. 197—206.

Мымрин В. Н. Создание полимерных покрытий полимеризацией в коронном разряде мономера на защищаемой поверхности. Автореферат диссертации. М., МАТИ им. К. Э. Циолковского, 1973. 17 с.

Найт Г. Р. Дж. Устройство для многоцветной окраски изделий. Пат. (Великобритания) 432705. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 22, с. 191—192.

Негматов С. С., Инаков М., Усманов Дж. Установка для определения электрической природы адгезии полимерных покрытий. В кн.: Труды Ташкентского политехнического института. Ташкент, 1973, вып. 86, с. 105—109.

Новое оборудование для отделки древесных плит. Киев, УкрНИИНТИ, 1973. 8 с.

Новые лакокрасочные покрытия и передовые методы их нанесения. Рекомендации межотраслевой комплексной бригады ИТР Казахстана. Алма-Ата, Казахстанский научно-исследовательский институт научно-технической информации и технико-экономических исследований. 1973. 7 с.

Новые материалы, применяемые для защиты от коррозии оборудования в условиях агрессивных сред. Кишинев, Молд. НИИНТИ, 1973. 29 с.

Новые технологические процессы и оборудование для нанесения защитно-декоративных покрытий в машиностроении и приборостроении. Киев., Общество «Знание» УССР, 1973. 24 с.

Нормативы времени на обслуживание и нормы обслуживания прогрессивных видов оборудования основными рабочими в производстве лаков и эмалей. М., НИИТЭХИМ, 1973. 63 с.

Обработка поверхности полиолефинов и декорирование поверхности. Материалы республиканской научно-технической конференции. Ч. 2. Таллин, Министерство высшего и среднего образования ЭССР, Таллинский политехнический институт, 1973. 119 с.

Общесоюзные нормативы расхода лакокрасочных материалов в машиностроении и приборостроении. М., «Химия», 1974. 135 с.

Огнетова Ж. Н., Черный Ю. Ф. Определение толщины и пористости фосфатных покрытий. Зав. лаб., 1974, т. 40, № 1, с. 47—49.

Окраска по ржавчине. Тезисы доклада всесоюзного семинара. Рига, Секция технологии лакокрасочных покрытий научного совета по проблеме «Разработка мер защиты металлов от коррозии», Латвийский республиканский институт научно-технической информации и пропаганды, 1973. 30 с.

Отраслевая методика расчета и нормативов расхода лакокрасочных материалов. М., ЦНИИТЭ Строймаш, 1973. 100 с.

Олейник В. С. и др. Состав акварельной краски. Авт. свид. 431202. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 90.

Орбелин С. И., Назаренко М. М. Исследование проницаемости и стойкости лакокрасочных покрытий в газовых агрессивных средах. В кн.: Долговечность строительных конструкций и материалов. Киев, «Будивельник», 1973, с. 79—87.

Петрова З. В. и др. Экономическая эффективность антикоррозионного покрытия рабочих поверхностей насосов для закачки воды в продувные пласты. В кн.: Опытно-конструкторские и научно-исследовательские работы в области нефтепромыслового оборудования. Казань, НИИнефтемаш, 1973, вып. 2, с. 94—99.

Петрова Т. Т., Шутова А. И., Александрова Е. М. Влияние полиакриламида на коллоидно-химическое взаимодействие гидродисперсий двуокиси титана и железной лазури. Коллоид. ж., 1973, т. 35, вып. 6, с. 1185—1188.

Пилипосян П. М. Экспериментальное исследование виброкипящего слоя эпоксидных порошков. В кн.: Электроизоляционные полимерные материалы. М., МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1973, с. 137—142.

Пилипосян П. М., Рогожин Ю. Ф., Старжинская И. А. Установка для нанесения электроизоляционных и защитных покрытий. Авт. свид. 431040. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 59.

Пилипосян П. М., Тысячник О. Н., Шестакова М. Т. Напыленные покрытия с сокращенным режимом полимеризации. В кн.: Электроизоляционные полимерные материалы. М., МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1973, с. 31—33.

Пинчук Л. С., Михневич А. С., Корецкая Л. С. Устойчивость к отслоению полимерных покрытий от металла в водных электролитах. Изв. АН БССР. Серия физико-технических наук, 1973, № 4, с. 108—111.

Полякова В. М., Дейнега Ю. Ф. Получение металлополимерных покрытий методом электроосаждения на катоде. Укр. хим. ж., 1973, т. 39, № 10, с. 988—992.

Попрядухин П. А., Мельников В. П. Зависимость равномерности распределения красочного слоя от технологической эффективности работы красочного аппарата. В кн.: Сборник трудов ВНИИ Гознака. М., Министерство финансов СССР, 1973, вып. 7, с. 89—99.

Постникова В. А. и др. Состав для покрытий. Авт. свид. 433191. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 23, с. 71.

Пути улучшения качества лакокрасочных материалов. Материалы семинара. М., Общество «Знание» РСФСР, 1973. 143 с.

Райзман М. Ш. Состав порозаполнителя для древесины под нитроцеллюлозные и полиэфирные лаки. Авт. свид. 423825. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 14, с. 87.

Разработка мер защиты металлов от коррозии. Тезисы докладов к научному симпозиуму «Ингибирование и пассивирование металлов». Ростов н/Д, Изд. Ростовского университета, 1973. 250 с.

Рекомендации по лакокрасочным материалам и способам их применения для отделки наружных поверхностей промышленных изделий. М., Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики Госуд. Комитета Совета Министров по науке и технике, М., 1973. 143 с.

Рис К., Примка М. Раствор для фосфатирования металлической поверхности. Авт. свид. 426375. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 16, с. 164.

Федоренко В. П., Лысобык С. Е. Отверждение эпоксидной смолы карбоксилэтилизоциануратами.

В кн.: Синтез и физико-химия полимеров. Киев, «Наукова думка», 1974, вып. 13, с. 41—43.
Филиппычев Г. Ф., Степанова Г. К. Морозкова К. П. Исследования в области водоразбавляемых стирольно-масляных пленкообразователей. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973, с. 25—27.
Ханукова Э. С. и др. Эпоксидная композиция. Авт. свид. 422750. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 13, с. 95.
Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. В кн.: Сборник научных трудов. Ярославль, Ярославский политехнический институт, 1973. 131 с.
Хмелевская Т. А., Ларкина В. И. Исследование «жизнеспособности» цементных красок методом дифференциально-термического анализа. В кн.: Сборник трудов Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института новых строительных материалов. М., ВНИИНСМ, 1973, вып. 36, с. 97—102.
Хожевец Л. А., Картишонок Л. А., Калькис В. Я. К вопросу о сорбции краски на алкидных олифах при печати на полиэтилене. В кн.: Химическая технология и химия. Рига, Министерство высшего и среднего специального образования Латв. ССР, 1973, вып. 1, с. 107—112.
Холодовская Р. С. и др. Новый жидкий отвердитель эпоксидных смол. Промышленность синтетического каучука М., Центральный научно-исследовательский институт технико-экономических исследований нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, 1973, № 12, с. 11—13.
Чагин М. П., Новикова Е. Р. Об отверждении эпоксидных смол карбоксилсодержащими амидоэфирами. В кн.: Химия и химическая технология. Синтез и исследование пленкообразующих веществ и пигментов. Ярославль, Ярославский политехничесий институт, 1973, с. 3—6.
Черников Г., Чехов А. Противокоррозионная защита конструкций и оборудования металлургических предприятий. «Промышленное строительство и инженерные сооружения», 1973, № 5, с. 21—23.
Чехов А. П. Противокоррозионные покрытия в строительстве. Киев, «Будивельник», 1974. 206 с.
Шахов Ю. Н. и др. Установка для нанесения полимерных покрытий. Авт. свид. 422639. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 13, с. 71.
Шиллер З., Рот Х., Ферстер Г., Бок Г. Способ нанесения покрытия на рефлекторы из алюминия. Авт. свид. (ГДР) 423983. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 14, с. 116.
Широков В. А. Опыт применения шпаклевочных составов в строительстве. Обзорная информация. Министерство сельского строительства СССР. М., 1973. 39 с.
Шпаклевка. Тематический обзор литературы. Минск, Белорусский научно-исследовательский институт научно-технической информации и технико-экономических исследований Госплана БССР. Тематическая подборка № 04-3-9—73. Серия Строительство, 1973. 7 с.
Юкельсон И. И., Кузнецов А. В. Способ получения пленкообразующих. Авт. свид. 431194. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 21, с. 89.
Юркевич О. Р., Шустов В. П., Красовский А. М. Установка для нанесения полимерных покрытий. Авт. свид. 422640. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 13, с. 71.
Юхновский Г. Л. и др. Синтез модифицированных олигоэфирмалеинатных смол. «Вестник Харьковского политехнического института», 1973, № 83, с. 62—64.
Яковлев А. Д., Евтюков Н. З., Глазер Е. А. Состав порошковой полимерной композиции для покрытий. Авт. свид. 427973. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, т. 51, № 18, с. 64.
Якубенко Л. А., Мыцул В. А. Лакокрасочная промышленность Японии. В кн.: Химическая промышлен, ность за рубежом. М., НИИТЭХИМ, 1974, вып. 3- с. 42—60.

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ

«Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Справочник»

(Под редакцией канд. техн. наук М. М. Гольдберга. Изд. второе. М., «Машиностроение», 1974. 576 с.)

Как указано в аннотации, справочник предназначен для инженеров-технологов окрасочных цехов машиностроительных заводов.

Со дня выхода в свет первого издания прошло десять лет, и поэтому выпуск второго издания является вполне своевременным. Новое издание написано коллективом специалистов и содержит большой практический материал по технологии лакокрасочных покрытий, отражающих достижение отечественной промышленности в этой области. Соответственно справочник пополнен некоторыми новыми главами и разделами. При этом объем справочника оставлен прежним (30,24 печ. листа), что достигнуто за счет сокращения описаний, касающихся проектирования окрасочных цехов. Эти вопросы будут освещены в выпускаемом издательством «Машиностроение» справочнике «Проектирование цехов машиностроительных заводов».

Справочник состоит из двенадцати глав.

Первая глава посвящена лакокрасочным материалам и характеристикам их свойств в соответствии с действующими ГОСТ и ТУ. Глава составлена с достаточной полнотой. Приводимые в ней сведения тем более актуальны, что они содержат многочисленные изменения номенклатуры и ассортимента отечественных красок за последние годы.

Кроме таблиц с необходимыми данными, глава содержит краткие характеристики и рекомендации основных групп материалов, хорошо ориентирующие читателей.

Вторая глава освещает вопросы выбора лакокрасочных покрытий для различных подложек. Вначале приводится классификация покрытий по внешнему виду, затем — раздел, посвященный выбору покрытий для изделий из черных металлов. Этот раздел, отсутствовавший в первом издании, содержит большое количество разнообразных систем для различных условий эксплуатации с указанием минимальной толщины покрытия.

На первых порах специалисту, привыкшему к определенному расположению материала в ОМТРМ 7312—010—70, кажется неудобным размещение материала в таблицах гл. 2, вызванное стремлением к максимальной компактности. Но перед табл. 4 с описанием систем покрытий имеется табл. 3, позволяющая быстро найти №№ систем, пригодных для различных условий эксплуатации. После табл. 4 помещены табл. 5 с рекомендуемыми шпатлевками и табл. 6 с возможными режимами конвективной сушки.

Третья глава «Подготовка поверхности» содержит описание химических, механических и других методов подготовки поверхности под окраску. Химические методы даны для обработки поверхности черных металлов, алюминиевых и магниевых сплавов. Новыми разделами в этой главе являются подготовка поверхности полимерных материалов, а также металла перед нанесением покрытий электроосаждением.

В четвертой главе приводятся методы нанесения лакокрасочных материалов. Наряду с кратким описанием известных традиционных методов в ней с достаточной полнотой освещены новые — нанесение электроосаждением из водоразбавляемых материалов, аэрозольное распыление. Неверно, что метод

пневматического распыления неприменим для окраски изделий с внутренними полостями. Очень спорно утверждение, что для окраски окунанием мелких изделий целесообразно применять штанговые конвейеры: в практике ряда заводов широко используют одноцепные конвейеры с этажерками, полками и т. п. приспособлениями.

Пятая глава посвящена новым перспективным видам покрытий из порошкообразных полимеров и полимерных композиций. В ней приведены сведения о порошковых материалах для получения покрытий, изготовляемых на основе термопластов и реактопластов, и о методах нанесения порошков (во взвешенном слое, газопламенным напылением, в электрическом поле).

Шестая глава освещает вопросы автоматизации окраски при пневматическом и электростатическом распылении и является, как и предыдущая глава, совершенно новой, отсутствовавшей в первом издании.

Седьмая глава касается вопросов сушки. В ней приведены номограммы, разработанные в НИИТЛП для терморадиационной сушки ряда лакокрасочных материалов, а также описание универсальной диаграммы и методика расчета терморадиационных сушильных камер. На наш взгляд, описание сушильных камер было бы целесообразнее поместить в этой главе, а не в следующей 8-й вместе с окрасочными камерами. Слишком кратки описания сущности таких новых методов, как сушка в электрическом поле, УФ-лучами и потоком электронов, известных лишь узкому кругу специалистов.

В **восьмой главе** дано описание разных типов распылительных и сушильных камер, применяемых в окрасочных цехах. Спорен вопрос о целесообразности помещения в справочник окрасочных камер с гидрофильтрами форсуночного типа — они не рекомендуются «Указаниями по проектированию гидрофильтров окрасочных камер» выпуска 1972 года. Однако на действующих заводах эксплуатируется много камер с такими фильтрами.

Девятая глава посвящена шлифованию, полированию и отделочным работам, а также специальным декоративным видам покрытий (под ценные породы дерева, эмалями «Муар», «Мороз» молотковыми и т. п.).

Десятая глава содержит методы испытаний лакокрасочных материалов и покрытий, применяемых для производственного контроля.

В одиннадцатой главе рассмотрены вопросы нормирования расходов лакокрасочных материалов. В ней приводится методология нормирования, нормативы расхода лакокрасочных материалов, применяемых в машиностроении. Кроме того, эта глава по сравнению с первым изданием пополнена методикой расчета экономической эффективности окрасочных работ. Конечно, в этой главе желательно было бы привести также нормативы расхода материалов на операции подготовки поверхности. Нет и нормативов времени на окрасочные работы, с методикой подсчета трудозатрат. Это, очевидно, объясняется большим объемом материала по данному вопросу, не вмещающимся в рамки рецензируемого справочника.

В **двенадцатой главе** приведены основные сведения по противопожарным и санитарно-техническим требованиям, предъявляемым к окрасочным цехам. Крупным недостатком ее является пользование старыми нормативными материалами — строительными нормами СНиП П-М.2—62 и санитарными нормами СН 245—63, в то время как в 1971 и 1972 гг. вышли новые СНиП и СН.

Другие критические замечания сводятся к следующему.

1) В справочнике не нашел отражения вопрос подготовки древесины и выбора систем лакокрасочных покрытий для отделки дерева, хотя последнее во многих случаях занимает не менее важное место, чем металл.

2) Мало иллюстративного материала — схем, чертежей оборудования и аппаратуры во всех главах, где о них говорится.

3) Следовало бы дополнить справочник описанием покрытия внутренней поверхности изделий, переработки отходов лакокрасочных материалов, рекомендациями по профилактическому уходу за покрытиями, правилами хранения и транспортировки лакокрасочных материалов и окрашенных изделий.

4) Имеются опечатки: на стр. 143 ГОСТ 9894—73 вместо 9894—61; на стр. 527 ссылки на табл. 4 вместо табл. 3 и на табл. 2 вместо табл. 4; на стр. 539 ссылка на табл. 9 вместо табл. 8

Перечисленные замечания следует учесть при составлении последующего издания справочника, которое нужно осуществить года через 3—4, а не через 10 лет. При этом необходимо увеличить объем справочника.

Г. Ф. Сточик

Хроника

XII Конгресс FATIPEC

С 12 по 18 мая 1974 г. в г. Гармиш-Партенкирхен (ФРГ) проходил XII Конгресс FATIPEC (Федерация ассоциации специалистов в области лаков, красок и эмалей стран континентальной Европы), посвященный современным исследованиям красок и пигментов. На Конгрессе присутствовало более 800 делегатов из 25 стран. В работе принимала участие делегация СССР в составе М. Н. Никитиной (В/О «Союзкраска»), М. И. Карякиной, А. В. Уварова, Л. А. Миркинда, Н. В. Майоровой (ГИПИ ЛКП) и В. Я. Давыдова (МГУ им. М. В. Ломоносова).

Всего было сделано 88 докладов, из них 9 на пленарных заседаниях и 79 на секционных. Научная дискуссия проводилась непосредственно после каждого сообщения.

Оргкомитет Конгресса за полтора месяца до открытия разослал участникам полные тексты докладов (Книга трудов Конгресса) для предварительного ознакомления. К сожалению, делегация СССР получила доклады только по прибытии в Гармиш-Партенкирхен, что затруднило ее участие в дискуссии.

Представленные на Конгрессе доклады охватывают следующие направления работ: синтез и свойства пленкообразующих веществ; пигменты и их свойства; исследование лакокрасочных материалов и покрытий; изучение процессов отверждения и старения покрытий; методы исследования и испытания лакокрасочных материалов и покрытий.

1. Результаты исследований в области **синтеза и свойств пленкообразующих,** представленные в весьма ограниченном количестве докладов, можно рассмотреть в двух основных аспектах: разработка смол (и материалов на их основе), снижающих загрязнение атмосферы (доклад T. Audykowski и др. «Разработка новых атмосферостойких эпоксидных систем, безвредных для окружающей среды», Швейцария) и создание пленкообразующих, применение которых в значительной степени повышает срок службы покрытий: (L. Korács и др.: «Ускорение процесса пленкообразования в акрилатизоционатных системах с ОН-группами в присутствии катализаторов», Венгрия; Ch. Martin: «Сшитые диизоцианатами насыщенные полиэфи-

ры, модифицированные изофталевой кислотой, для лакокрасочных покрытий высокого качества», Швейцария и др.).

2. Большое внимание на Конгрессе было уделено **исследованию пигментов**. Вызвали интерес следующие доклады по синтезу органических пигментов, их колористическим и адсорбционным свойствам: В. Я. Давыдов, А. В. Киселев, Т. В. Силина: «Адсорбционные свойства фталоцианиновых пигментов», МГУ им. Ломоносова и НИОПиК, СССР; Dr. Rochat и др.; «Новый метод апротонного диазотирования и диазосочетания и его применение в синтезе азопигментов», Швейцария; Dr. Glässer: «Изучение проблемы выцветания органических пигментов», ФРГ. Ряд докладов был посвящен процессам диспергирования минеральных пигментов, в основном двуокиси титана: V. Barcucci и др.: «Размеры частиц рутила при перетире», Италия; S. Keifer: «Фотохимическая реакционная способность двуокиси титана и ее влияние на отверждение покрытий», ФРГ и др.

Следует отметить, что важное место на Конгрессе заняли доклады по инструментальным методам оценки колористических свойств пигментов и применение ЭВМ для расчета цветовых характеристик смесей пигментов с требуемыми колористическими свойствами (H. Dittrich и др.: «Метод непосредственного определения оптимального соотношения между компонентами диспергируемых смесей», ФРГ; D. Jettmar и др. «Рекомендации и обмен опытом в области колориметрических исследований пигментов» ФРГ).

3. В области изучения **свойств лакокрасочных материалов** наибольший интерес представили доклады, связанные с получением порошковых красок из жидких систем (H. Schepp и др.: «Порошковые краски, полученные из жидких эпоксидных смол», Западный Берлин), порошковых красок на основе полиуретанов (H. Kreuder и др.: «Полиуретаны — новая возможность для порошковых покрытий», ФРГ), доклад А. В. Уварова, М. К. Гилядова, В. Ю. Эрмана и С. Н. Толстой, ГИПИ ЛКП, СССР, посвященный исследованию физико-химических закономерностей взаимодействия компонентов порошковых красок на основе акриловых смол. R. Garnier и др. (Франция) изложили вопросы использования математических методов при составлении рецептур красок. В качестве специфической характеристики материала авторы использовали блеск покрытия; исследовались следующие факторы — температура сушки, ОКП, пластификатор, растворитель.

4. Особое место на Конгрессе занимали работы, посвященные проблеме **старения лакокрасочных покрытий.** Поскольку эксплуатационные свойства закладываются при пленкообразовании, исследование процессов старения связано с изучением закономерностей при формировании покрытий. Не случайно, что из 9 пленарных докладов 3 были посвящены вопросам формирования пленок, а 2 — изменениям свойств покрытий в процессе старения. Необходимо особо отметить пленарный доклад W. Funke «Новые аспекты рассмотрения лакокрасочных покрытий с позиций их гетерогенной структуры», ФРГ, посвященный обзору работ в области исследования надмолекулярной структуры лакокрасочных покрытий.

В докладе М. И. Карякиной (ГИПИ ЛКП) были изложены две работы, представленные на Конгресс: М. И. Карякина, Н. В. Майорова, Т. А. Прокофьева «Изучение процессов структурообразования при формировании и старении лакокрасочных покрытий» и М. И. Карякина, А. А. Благонравова, Е. В. Давыдова, Т. В. Еремеева, Е. С. Драбкина «Изучение влияния физической и химической модификации олигоэфиров на физико-механические и защитные свойства полиуретановых покрытий». О роли процессов структурообразования в формировании покрытий на основе водорастворимой алкидно-меламиновой системы говорилось в работе Н. В. Майоровой, М. И. Карякиной, Е. В. Давыдовой и Я. К. Ванага.

Наряду с теоретическими работами по исследованию надмолекулярной структуры в лакокрасочных покрытиях, на Конгрессе говорилось о практическом применении изучения процесса формирования покрытий с позиции надмолекулярной структуры полимеров, например D. Harzenberg «Применение лабораторной градиентной печи для изучения процесса отверждения покрытий», Голландия. Значительное количество сообщений было посвящено изучению процесса отверждения покрытий в лабораторных условиях различными методами. К ним относятся: J. Hortensnes «Дифференциально-термический анализ как средство оценки окислительных свойств алкидных смол», Голландия, C. Nunn и др. «Удержание растворителя покрытиями, полученными из однокомпонентных растворителей и бинарных смесей», Англия и т. д.

Анализ доложенных работ по старению покрытий показывает, что основными направлениями являются: теоретические исследования, связанные с изучением химической и надмолекулярной структур полимера при старении, изучение влияния химических факторов на старение, выявление роли пигментов и наполнителей в атмосферостойкости пленок, исследование свойств покрытий при испытании их разными ускоренными методами и в различных климатических условиях.

Одним из наиболее интересных в этой части является доклад C. Morè, H. Valot «К вопросу об изучении фотодеструкции хлоркаучука», Франция. Следует обратить внимание на работу R. Epple «Новые результаты исследования лакокрасочных покрытий, пигментированных TiO_2, подвергнутых старению», ФРГ. В ней приведена сравнительная оценка потери блеска, меления и светостойкости покрытий на основе алкидных, акриловых, полиуретановых, эпоксидных, хлоркаучуковых и других связующих; показано, что определение белизны может служить рекомендацией для определения сроков службы покрытий.

О сравнительных испытаниях покрытий в условиях ускоренного и натурного старения говорилось в докладах T. Telkes: «Поведение алкидных покрытий в условиях ускоренного и натурного старения», Франция и W. Berger: «Новые результаты испытания покрытий в условиях искусственного атмосферного старения», ФРГ. Следует отметить, что докладов в области изучения прогнозирования сроков службы покрытий с применением математической статистики на настоящем Конгрессе FATIPEC было значительно меньше, чем на IX и X Конгрессах. Как выяснилось из дискуссий, это можно объяснить тем, что в настоящее время происходит накопление экспериментальных данных по изучению поведения покрытий в натурных условиях.

5. Вопросам, связанным с **методами исследования и испытания лакокрасочных материалов и покрытий**, на Конгрессе уделялось большое внимание. В докладах по этой проблеме можно условно выделить два направления: работы, в которых представлены инструментальные методы, дающие возможность довольно точно оценивать важнейшие физико-химические и механические свойства материалов и покрытий, и работы, относящиеся к созданию и применению экспресс-методов оценки в лабораторных или эксплуатационных условиях.

К первому направлению следует отнести сообщения M. Giuliani, Италия и S. Wilska и др, Финляндия, касающиеся применения методов ИК спектроскопии для изучения процессов полимеризации, структуры и свойств покрытий в процессе отверждения; Л. А. Миркинд: «Новые направления в исследовании лакокрасочных материалов полярографическими методами», СССР; S. Lohmeyer «Новые методы обнаружения и устранения поверхностных дефектов», ФРГ, где показана возможность применения электронной микроскопии, растрового сканирующего электронного микроскопа, рентгеновской дифракции, микрозондирования для исследования дефектов в покрытиях; W. Göring и др.: «Методы расчета температур, влияющих на светопрочность пигментированных покрытий в условиях солнечной радиации», ФРГ. Из докладов второго направления наибольший интерес вызвали работы O. Saberg «Использование портативного пневматического адгезиометра», Дания, J. Roire и др. «Объективное измерение блеска покрытий», Франция и некоторые другие.

При рассмотрении всех докладов XII Конгресса FATIPEC обращает на себя внимание то, что в большинстве работ используются современные физико-химические методы исследования: электронная, трансмиссионная и растровая микроскопия, катодолюминисценция и рентгенография, микрозондирование, дифференциально-термический и спектральный анализы, термический и др. методы. Намечается отход от стандартных традиционных методов испытаний (прочность пленок на удар, изгиб и т. п.). Все доклады на Конгрессе были заслушаны с большим вниманием, о чем свидетельствовали многочисленные вопросы и оживленные дискуссии.

Книга трудов Конгресса с полными текстами докладов находится в библиотеке ГИПИ ЛКП. Советской делегации была предоставлена возможность посетить Институт лаков и красок и кафедру лаков и красок Университета в г. Штутгарте, а также один из заводов фирмы Hoechst в г. Висбадене.

М. И. Карякина

РЕФЕРАТЫ

УДК 65 018:667.63

ИТОГИ ОТРАСЛЕВОЙ АТТЕСТАЦИИ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ 1972—1973 гг. Кудрявцев Б. Б., Карякина М. И. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 1—4.

Изложены итоги проведения аттестации качества лакокрасочной продукции за 1972—1973 гг.

УДК 667.612 :678.764.43:66.099.5:658 513 3:517

ВЫБОР СОСТАВА ПЛЕНКООБРАЗУЮЩЕГО ДЛЯ ПОРОШКОВОЙ АКРИЛОВОЙ КРАСКИ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. Козлов Л. В., Дрезельс С. С., Адлерберг М. М., Фетисов Г. А., Смехов Ф. М., Манусов Е. Б. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 8—10.

Использован метод математического планирования эксперимента для выбора оптимального состава многокомпонентного акрилового сополимера — связующего для порошковых красок. Изучена зависимость свойств сополимеров от состава исходных компонентов и найдена корреляция физико-химических и механических свойств сополимеров. Табл. 2, лит. ссылок 4.

УДК 541.183.03:678.764.43+667.622.118.22

АДСОРБЦИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ АКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ НА ПИГМЕНТНОЙ ДВУОКИСИ ТИТАНА. Красотина Т. С., Иванова М. И., Ермилов П. И. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 11—13.

Исследована адсорбция водорастворимых акриловых сополимеров с различными функциональными группами и разного мол. веса на двуокиси титана (рутил марки Kronos RN-56) в широком интервале концентраций растворов (2—150 мг/г). Установлен сложный характер зависимости величины адсорбции от концентрации пленкообразующего в растворе. Методами ИК спектроскопии и десорбции изучена природа взаимодействия акриловых сополимеров с поверхностью рутила в водной среде. Табл. 1, лит. ссылок 15, илл. 4.

УДК 678.072:667.621.2:678.764.43

ПРИНЦИП СОСТАВЛЕНИЯ РЕЦЕПТУР ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ АКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТ. Квасников Ю. П., Костюченко Г. Ф., Филиппычев Г. Ф., Иванов Н. А. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 13—14.

На примере акрилового пленкообразователя, содержащего глицидилметакрилат, рассмотрены основные принципы составления рецептур водорастворимых термореактивных сополимеров. Указан метод подбора оптимального содержания компонентов. Табл. 1, лит. ссылок 4, илл. 1.

УДК 667 621 633:678.674+547.538.141

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АЛКИДНО-СТИРОЛЬНЫХ СМОЛ. Юхновский Г. Л., Руденко Б. М., Сумцова Л. А., Попенкер Р. Р., Прилуцкая Н. В., Кудрова З. М., Терновая Н. П. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 14—15.

Разработана новая технология производства алкидно-стирольных смол без применения масел, содержащих жирнокислотные радикалы с сопряженными двойными связями, позволяющая получать гомогенные продукты, покрытия на основе которых отличаются хорошими физико-механическими свойствами и повышенной атмосферостойкостью.

УДК 667.63:678.652'737'21+678 674

БЕЗМАСЛЯНЫЕ МЕЛАМИНО-ПОЛИЭФИРНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ. Сорокин М. Ф., Гершанова Э. Л., Семина Р. А., Борисова Л. Д. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 15—17.

Синтезированы полиэфиры на основе смолы ЭД-5, моно- и дикарбоновых кислот и исследованы их свойства. Определены свойства лаковых и пигментированных покрытий из указанных полиэфиров в сочетании с меламино-формальдегидной смолой К 421-02 и УГМ-3. Табл. 3.

УДК 667.61:678.674+678.652'737'21

О ВЛИЯНИИ АЛКИДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА АДГЕЗИЮ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКИДНО-МЕЛАМИНОВЫХ ПОКРЫТИЙ. Берлин А. А., Шаповалов Л. Д., Скродская Т. С., Москалевич С. Н. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 17—19.

Показано, что замена в рецептуре алкидно-меламиновых эмалей алкида с двойными связями насыщенными полиэфирами, модифицированными СЖК, дает возможность получить Пк, обладающие хорошей адгезией. Повышения адгезии и механических свойств этих Пк добиваются за счет сокращения до минимума содержания свободных СЖК и увеличения гибкости молекул алкидной составляющей путем замены части фталевого ангидрида алифатической дикарбоновой кислотой. Табл. 3, лит. ссылок 5.

УДК 678.643'42'5:66.062.539:.002.637

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В СИНТЕТИЧЕСКОМ ЭПИХЛОРГИДРИНЕ НА КАЧЕСТВО ЭПОКСИДИАНОВЫХ СМОЛ. Гасан-заде В. Г., Дарага В. И. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 19—20.

Показано, что хлорорганические примеси, в частности 2,3-дихлорпропен-1, 1,2,3-трихлорпропан, дихлоргидрины глицерина, вызывают существенное ухудшение качества синтезируемых эпоксидиановых смол (уменьшение содержания эпоксидных групп и увеличение динамической вязкости). Установлено, что применение избытка щелочи при синтезе смол типа ЭД-20 и ЭД-22 приводит к улучшению основных физико-химических характеристик смол, ЭД-14 и ЭД-16 — к ухудшению этих характеристик. Табл. 2, илл. 3.

УДК 667.622.117.22:667.63

ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОЙ СЛЮДКИ В ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ. Штерн М. А., Цибизов А. Н. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 21—23.

Приведен обзор зарубежных материалов о составе, свойствах и областях применения железной слюдки в различных лакокрасочных системах для грунтовок, промежуточных и покрывных слоев, а также способ получения, химический и дисперсионный составы отечественной железной слюдки. Табл. 2, лит. ссылок 14.

УДК 667.6:678.764.43:519.2

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО СОПОЛИМЕРА БМК-5 МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. Нечипоренко Н. А., Гольдберг М. А., Гуревич Е. И. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 24—25.

На первом этапе экспериментов, используя метод латинских квадратов, с помощью множественного рангового критерия Дункана производили выбор композиции. На втором этапе в качестве плана принят полный факторный эксперимент типа 2^2. Полученные уравнения регрессии использованы для построения двумерных сечений с целью поиска оптимальных условий пленкообразования. Табл. 3, лит. ссылок 8, илл. 2.

УДК 678.674:667.638.43

ПОЛИЭФИРНАЯ ШПАТЛЕВКА ПЭ-00-44. Скачинская З. В., Гольда Н. М., Максимова В. Г., Винникова Н. Г., Орлова Л. Н. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 26.

Описаны свойства, области применения и преимущества новой шпатлевки, обладающей лучшими технологическими показателями (уменьшается количество слоев), чем серийные шпатлевки ПФ-00-2, ХВ-00-5 и др. При ее использовании снижается трудоемкость окрасочных операций.

УДК 667.644.3:678 026.37

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ ВОДОРАЗБАВЛЯЕМЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ. Спасов В. А., Крылова И. А., Исакина Р. В., Квасников Ю. П. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 27—28.

На примере водорастворимого сополимера бутилакрилата, метакриловой кислоты и N-метилолметакриламида изучен процесс формирования покрытия при нанесении на стальную подложку электроосаждением и наливом. На основании данных изменения кислотных чисел, ИК спектроскопии, гель-фракции установлено, что покрытия обладают лучшими физико-механическими и защитными свойствами. Лит. ссылок 19, илл. 3.

УДК 667 644.3:621.319.7

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРООКРАСКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОПТИМАЛЬНЫЙ СТАТИЧЕСКИЙ ОТПЕЧАТОК ФАКЕЛА. Кириллов Г. Я., Тетерев А. Г., Светлаков Н. В. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 29—31.

Установлены пределы ограничения напряжения распыления и влияния величины межэлектродного расстояния и количества распыляемого материала для качественного нанесения покрытий в электрополе. На основании теоретического анализа и экспериментальных исследований предложена корреляционная зависимость диаметров статического отпечатка факела от технологических режимов распыления различных грунтов и эмалей. Табл. 1, лит. ссылок 14, илл. 3.

УДК 678.643'42'5:620.197.6

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНО-НОВОЛАЧНОГО БЛОКСОПОЛИМЕРА. Тризно М. С., Апраксина А. М., Воробьева Г. Я. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 31—33.

С целью расширения областей применения ЭНБС была исследована химическая стойкость покрытий на их основе в различных агрессивных средах в течение длительных сроков. Результаты исследования покрытий в кислотах, щелочах, солях и органических жидкостях показали, что они обладают высокой стойкостью ко всем указанным агрессивным средам. Покрытия внедрены на Ленинградском объединении. Табл. 3, лит. ссылок 8, илл. 2.

УДК 667.6:678.643'42'5

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭПОКСИДНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ. Алькаев Ф. И., Войтович В. А. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 33—34.

Рассмотрено влияние тиокола и поливинилбутираля на долговечность эпоксидных покрытий на основе смолы ЭД-20. Показано, что использование вышеуказанных пластификаторов значительно улучшает качество эпоксидных покрытий. Табл. 1, лит. ссылок 3, илл. 1.

УДК 667.6:678.664:65.012.2

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ. Куксин А. Н., Солтыс М. Н., Липатов Ю. С., Доманская Э. Я. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 34—36.

Исследованы адгезионные свойства полиуретановых покрытий при разном отношении групп NCO/OH. Повышение температуры испытаний во всех случаях приводит к снижению адгезии, а увеличение скорости отслаивания — к росту работы адгезии. Табл. 1, лит. ссылок 8, илл. 4.

УДК 667.637.237.3:541.28:678.643'42'5

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И КОРРОЗИОННЫХ СРЕД. Сидякин П. В., Егоров Б. Н., Адамчикова Л. М. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 37—40.

Исследованы радиационно-химические превращения эпоксидного покрытия на основе смол Э-41 и CHS-эпокси-2000 в условиях одновременного воздействия гамма-излучения, воды, соляной и азотной кислот. Установлено, что характер воздействия среды на покрытия определяется типом аниона, содержащегося в исходном электролите или образующегося в процессе радиолиза жидкой среды. Преодолеть указанный недостаток можно применением эпоксидных смол, атомы водорода в диановой структуре которых замещены атомами галоида, например бромированных эпоксидных смол. Установлена возможность применения покрытий на эпокси-диановых смолах среднего и повышенного молекулярного веса в условиях одновременного воздействия воды, азотной кислоты и ядерных излучений. Лит. ссылок 11, илл. 3.

УДК 667.6:66.095.268

РАДИАЦИОННОЕ ОТВЕРЖДЕНИЕ ПОЛИЭФИРАКРИЛАТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЕ. Поспелов В. Е. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 40—41.

Описаны эксперименты по радиационной сушке эмали ПЭ-126 черной рентгеновским излучением. Степень сшивки при этом значительна, о чем свидетельствует высокая твердость покрытий (12 кгс/мм² при дозе облучения 1,3 Мрад). Илл. 1.

УДК 678.026.3:62-492 2:620.199

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ КРАСОК. Якубович С. В., Смехов Ф. М., Амфитеатрова Т. А., Масленникова Н. Л., Шайкевич С. П. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 41—44.

Систематизированы методы исследования основных физико-химических свойств полимерных порошковых красок (дисперсионного состава, температуры стеклования, влажности, плотности, сыпучести, вязкости расплавов и их краевого угла смачивания подложки). Лит. ссылок 19, илл. 4.

УДК 535 243:547.538 141+678.652'737'21+547.495.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СТИРОЛА, МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ДИЦИАНДИАМИДА В ЛАКОКРАСОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ. Злобина В. Р., Рудная Г. В., Пряхина Е. С., Уваров А. В. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 45—46.

Разработаны спектрофотометрические методики определения стирола, дицианди-амида и меламино-формальдегидной смолы в лакокрасочных материалах. Лит. ссылок 6, илл. 1.

УДК 620 192.25:620 1.052.5

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАСТ. Новиков В. П., Баенкевич В. В., Суриков И. В., Лаврищев Л. П., Рубштейн В. М., Цюрупа Н. Н. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 46—48.

Разработан прибор для исследования структурно-механических свойств паст на основе метода смещения тангенциальной пластинки. Погрешность измерения ±1%. Лит. ссылок 5, илл. 3.

УДК 543.253:678 674

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНЫХ КОМПОНЕНТОВ В НЕНАСЫЩЕННЫХ ПОЛИЭФИРАХ. Спорыхина В. С., Миркинд Л. А. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 48—50.

Изучено влияние pH и природы буферной смеси на высоту полярографических волн и потенциалы их полуволн при восстановлении малеиновой и фумаровой кислот на ртутном капельном электроде. Даны практические рекомендации по анализу этих компонентов в полиэфирных смолах, сточных водах их производства и покрытиях на основе этих смол. Лит. ссылок 11, илл. 4.

УДК 667.6:621.199

ПРИМЕНЕНИЕ ЕМКОСТНО-ОМИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЯ К ПЕРЕПАДУ ТЕМПЕРАТУР. Гусакова Д. Я., Носова Л. С., Плыплина А. И., Новожилова В. И., Наумова Т. А. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 50—52.

Описан метод контроля за состоянием покрытий при испытаниях их на стойкость к перепаду температур. Контроль осуществляется путем периодического измерения емкости окрашенных образцов на мостовой схеме переменного тока. Величина емкости является характеристикой состояния покрытий. Метод проверен на эпоксидно-каменноугольных композициях. Лит. ссылок 3, илл. 3.

УДК 667 632:621.926.34:667 622.51

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В МЕЛЬНИЦЕ «АЭРОФОЛ». Терентьев В. С., Чуприк В. Ф. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 52—54.

Определены оптимальные условия измельчения кальцита на опытно-промышленной мельнице «Аэрофол» диаметром 1,9 м (степень загрузки мельницы шарами и материалом, скорость вращения мельницы, расход отходящих газов). На основании полученных экспериментальных данных сделан расчет производительности по кальциту промышленных мельниц диаметром 3,6 и 5,7 м. Показаны преимущества мельниц «Аэрофол» по сравнению с оборудованием, используемым в многостадийных схемах предварительного размола. Табл. 2, лит. ссылок 3, илл. 3.

УДК 667 661:66.022

РАСЧЕТ НАГРЕВАТЕЛЯ ПОГРУЖНОГО ГАЗОВОГО ДЛЯ ПОДОГРЕВА РАСТВОРОВ В АГРЕГАТАХ СТРУЙНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ. Степанов В. Н., Машенский Г. В., Овчаренко В. С. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 55—57.

Приведен расчет нагревателей, применяющихся на заводе Ростсельмаш для установок подготовки поверхности в окрасочных цехах. Илл. 5.

УДК 667.644.4

ОКРАСКА ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ОКУНАНИЯ С ВЫДЕРЖКОЙ В ПАРАХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ. Масляев Н. А., Кильдеев А. Ф., Рудаков И. П. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 57—59.

Описаны конструкция установки и технологический процесс окраски изделий методом окунания с выдержкой в парах растворителей. Отмечены положительные стороны процесса и его особенности в сравнении с обычным окунанием. Табл. 1, лит. ссылок 10, илл. 2.

УДК 667.661.23

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КРАСКОРАСПЫЛИТЕЛЕЙ. Ракитин В. Н., Гоц В. Л., Долгошеин В. В. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 59—61.

Изложены рекомендации по изготовлению распылительных головок пневматических распылителей. Приведены данные, позволяющие выбрать оптимальную производительность при окраске изделий различной площади, а также требования, которым должна удовлетворять оптимальная конструкция головки. Представлена методика измерения потерь на туманообразование, позволяющая оценивать экономичность различных моделей краскораспылителей. Табл. 1, илл. 4.

УДК 667.632:621.926.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСИВНЫХ ВАРИАТОРОВ ЯТИ В ПРИВОДЕ НАСОСОВ БИСЕРНЫХ МЕЛЬНИЦ МПД-50А. Кудашкин С. И., Кропп А. Е., Бродский Ю. М., Мандель Р. Б. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 62—63.

Описана конструкция и преимущества вариатора ЯТИ по сравнению с вариатором ВФ-192. Илл. 1.

УДК 667.661.23:621.319.7

ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА «ВИХРЬ». Горюнов Ю. Д. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 63—64.

Рассмотрен принцип действия головки и описана конструкция распылителя с этой головкой. Приведены технические показатели указанного распылителя в сравнении с пневмоэлектрическим аппаратом «Циклон». Лит. ссылок 4, илл. 2.

УДК 629.12:620.197.6

ЗАЩИТА СТАЛЬНЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ МАСТИЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ. Шеянова А. И., Абизяева З. И., Шевченко О. Ф. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 65—67.

Исследованы покрытия на основе битумно-каучуковых и силиконово-каучуковых мастик, фуриловой смолы и полиуретана с целью применения их для защиты стали от коррозионных разрушений при вибрации и растягивающих напряжениях. Установлено, что наиболее эффективной мастикой для защиты от коррозионных разрушений являются мастики АБК (на основе битумного каучука) и полиуретановая (на основе полиуретан-каучука «А»). Илл. 3.

УДК 667 673:620.178:620.197 6

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЛАКОВ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ДЫМОХОДОВ. Якименко Р. И., Эннан А. А., Якименко А. К. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 67—68.

Покрытия лаками КО-08, КО-919 и КО-921, пигментированными алюминиевой пудрой, графитом и их смесью, исследованы на термостойкость в средах дымовых газов и воздуха и коррозионную прочность в 50%-ном растворе серной кислоты и в атмосфере дымовых газов. Рекомендован состав пигментной части — смесь алюминиевой пудры и графита в весовых соотношениях от 1 : 1 до 1,5 : 1 соответственно. Табл. 1, илл. 1.

УДК 667.636.46

ЗАЩИТА СТЕКЛОТЕКСТОЛИТА ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ. Бутомо Л. А., Кондрашов Э. К. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 68—69.

Определено водопоглощение стеклотекстолита с пористостью 12—18% в случае его защиты фторопластовым, перхлорвиниловым, эпоксидным и кремнийорганическими покрытиями, имеющими различную паропроницаемость. Установлено, что максимальную защиту обеспечивает 5—6-слойное покрытие эмалью ФП-566 по грунтовке ЭП-0104. Табл. 1, илл. 1.

УДК 658.155:667.6

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Лебедев А. Ф. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 70—72.

Рассмотрены вопросы повышения рентабельности работы предприятий лакокрасочной отрасли промышленности и факторы, влияющие на отклонение рентабельности отдельных заводов от среднего ее уровня по отрасли. Табл. 1.

УДК 667 622.117.225:65.018

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА КРАСНЫХ ЖЕЛЕЗООКИСНЫХ ПИГМЕНТОВ. Смелов Е. А., Курбан-Галеева З. Г., Романовская М. Т. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 73—76.

Изложены специфические особенности производства красного железоокисного пигмента с учетом утилизации отходов производства на каждом предприятии. Дана характеристика качества пигмента в зависимости от метода получения, вида и качества сырья.

Приведены данные по объему производства пигмента на действующих предприятиях и показана перспектива его роста за счет ввода новых крупнотоннажных производств с целью ликвидации существующего в настоящее время дефицита.

Рассмотрены затраты на производство с учетом и без учета мероприятий по охране природы, показывающие преимущество метода, применяемого на Челябинском ЛКЗ. Показаны основные направления в области научно-исследовательских работ и непосредственно производства этих пигментов. Табл. 5.

УДК 66. 013:35.089.7

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ ФОНДОВ МАТЕРИАЛЬНОГО ПООЩРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Остромоухов М. М., Рыбакова Е. Г., Катаргина Т. М. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 76—78.

Предложена новая методика расчета ФМП на предприятиях лакокрасочной промышленности. Табл. 3.

УДК 667.622 117.284 4:628 543

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СИНТЕЗА МИЛОРИ НА СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД И УСЛОВИЯ ИХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ. Мошошина М. Н., Мельников Ю. И. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 79—80.

Приведены результаты исследований по окислению ферроцианида железа различными окислителями и образованию побочных соединений, переходящих в сточные воды.

Установлена зависимость физико-химических показателей и выхода конечных продуктов и сточных вод от условий синтеза милори.

Показано, что замена бертолетовой соли и соляной кислоты бихроматом калия и серной кислотой на стадии синтеза милори обеспечивает получение высококачественного пигмента и очистку сточных вод реагентным способом, а применение феррохромового шлака в качестве нейтрализующего реагента облегчает условия отделения осадка от маточной жидкости и исключает необходимость в шламонакопителях. Табл. 2, лит. ссылок 3.

УДК (047)629.135.2:667 6

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АВИАСТРОЕНИИ. Чеботаревский В. В., Арбузов Е. Б. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 82—85.

Обзор иностранной литературы. Лит. ссылок 45.

УДК 667.644.3(088 8)

БЕЗВОЗДУШНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Корягина С. Д. Лакокрасочные материалы и их применение, 1974, № 5, с. 85—86.

Обзор зарубежных патентов. Лит. ссылок 9, илл. 3.

ОКРАСКА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ
ОКРАСКА РАСПЫЛЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ
ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ ПЛАСТМАСС

Комплексные линии окраски — **Портативные аппараты**

Наше окрасочное оборудование успешно применяется для нанесения беспористого лакокрасочного покрытия в современном экономичном производстве — поточном и серийном. С его помощью полностью прокрашиваются кромки, углы, изделия сложной конфигурации.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Лабораторное оборудование ЭЛФО
Толщиномер
Прибор для измерения проводимости
Лабораторный pH-метр
Прецизионный pH-метр
Прибор для измерения точки воспламенения

НАШЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОКРАСКИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ИЛИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ВМЕСТЕ С ТРАДИЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ «ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ» СОСТАВЛЯЮТ КОМПЛЕКТНУЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЛИНИЮ.

Оборудование для подготовки поверхности
ЭЛФО-лакокрасочное оборудование
Сушильные и охлаждающие установки
Конвейеры
Оборудование для очистки воды
Установка ультрафильтрации
Электрооборудование

По желанию мы можем поставлять линии с сушильной установкой прямого обогрева, оборудованной устройством дожигания паров растворителей.

В Европе эксплуатируется более 50 наших комплектных современных окрасочных линий. Мы создаем и производим наше окрасочное оборудование в кооперации с наиболее крупными исследовательскими институтами и специализированными предприятиями, такими, как НПО «Лакокраспокрытие» (СССР), предприятие Отто Дюрр ГмбХ, Максон Корпорейшен, Ромикон Корпорейшен, Кинг Лтд.

НИКЭКС — Венгерское Внешнеторговое Предприятие по изделиям тяжелой промышленности.
г. Будапешт, V., Иожеф надор тэр 5/6.

ЗАПРОСЫ НА ПРОСПЕКТЫ И ИХ КОПИИ ПРОСИМ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ: МОСКВА, КУЗНЕЦКИЙ МОСТ, 12. ОТДЕЛ ПРОМЫШЛЕННЫХ КАТАЛОГОВ ГПНТБ СССР. ПРИОБРЕТЕНИЕ ТОВАРОВ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ЧЕРЕЗ МИНИСТЕРСТВА И ВЕДОМСТВА, В ВЕДЕНИИ КОТОРЫХ ОНИ НАХОДЯТСЯ.В/О «ВНЕШТОРГРЕКЛАМА»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Б. Р. Миренский — главный редактор

М. Ф. Сорокин — зам. гл. редактора, **С. В. Якубович** — зам. гл. редактора

Члены редколлегии: **С. И. Борисенко, З. Б. Ветухновский, Е. Н. Владычина, П. И. Зубов, А. Д. Казин, И. А. Курдюмов, Р. Б. Мандель, В. В. Маркелова, В. А. Михайлов, Е. А. Смелов, В. В. Чеботаревский, С. А. Шабанова, В. Ф. Шилов**

Научные редакторы **О. С. Абрамова и Г. Н. Даражио** — Технический редактор **В. М. Скитина**

Т-16920. Сдано в наб. 8/VIII 1974 г. Подп. к печ. 19/IX 1974 г. Усл. печ. л. 12. Уч.-изд. л. 13,61. Формат бумаги 60×90¹/₈.
Тираж 8728 экз. Цена 80 коп. Заказ 927.

Адрес и тел. ред.: 123022, Москва, Д-22, Звенигородское шоссе, д. 3, 259-64-75

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 113105, Нагатинская ул., д. 1.
Москва, изд. «Химия», 1974 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXIV съезда КПСС — в жизнь!

Итоги отраслевой аттестации лакокрасочной продукции 1972—1973 гг. — *Б. Б. Кудрявцев, М. И. Карякина* 1

Научно-исследовательские работы ГИПИ ЛКП, направленные на решение задач, стоящих перед лакокрасочной промышленностью — *В. А. Березин* 4

Лакокрасочные материалы и полупродукты

Выбор состава пленкообразующего для порошковой акриловой краски методом математического планирования эксперимента — *Л. В. Козлов, С. С. Дрезельс, М. М. Адлерберг, Г. А. Фетисов, Ф. М. Смехов, Е. Б. Манусов* 8

Адсорбция водорастворимых акриловых сополимеров на пигментной двуокиси титана — *Т. С. Красотина, М. И. Иванова, П. И. Ермилов* 11

Принцип составления рецептур термореактивных водорастворимых акриловых сополимеров, содержащих глицидилметакрилат — *Ю. П. Квасников, Г. Ф. Костюченко, Г. Ф. Филиппычев, Н. А. Иванов* . . . 13

Некоторые пути повышения качества алкидно-стирольных смол — *Г. Л. Юхновский, Б. М. Руденко, Л. А. Сумцова, Р. Р. Попенкер, Н. В. Прилуцкая, З. М. Кудрова, Н. П. Терновая* 14

Безмасляные меламино-полиэфирные связующие — *М. Ф. Сорокин, Э. Л. Гершанова, Р. А. Семина, Л. Д. Борисова* 15

О влиянии алкидной составляющей на адгезию и механические свойства алкидно-меламиновых покрытий — *А. А. Берлин, Л. Д. Шаповалов, Т. С. Скродская, С. Н. Москалевич* 17

Влияние примесей в синтетическом эпихлоргидрине на качество эпоксидных смол — *В. Г. Гасон-заде, В. И. Дарага* 19

Применение железной слюдки в лакокрасочных материалах — *М. А. Штерн, А. Н. Цибизов* 21

Выбор оптимальной композиции материала на основе модифицированного сополимера БМК-5 методом математического планирования эксперимента — *Н. А. Нечипоренко, М. А. Гольдберг, Е. И. Гуревич* 24

Полиэфирная шпатлевка ПЭ-00-44 — *З. В. Скачинская, Н. М. Гольда, В. Г. Максимова, Н. Г. Винникова, Л. Н. Орлова* 26

Применение лакокрасочных материалов

Свойства покрытий из водоразбавляемых лакокрасочных материалов в зависимости от метода нанесения — *В. А. Спасов, И. А. Крылова, Р. В. Исакина, Ю. П. Квасников* 27

Выбор технологических режимов процесса электроокраски, обеспечивающих оптимальный статический отпечаток факела — *Г. Я. Кириллов, А. Г. Тетерев, Н. В. Светлаков* 29

Химическая стойкость защитного покрытия на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера — *М. С. Тризно, Л. М. Апраксина, Г. Я. Воробьева* 31

Повышение долговечности эпоксидных лакокрасочных покрытий — *Ф. И. Алькаев, В. А. Войтович* . . 33

Исследование адгезии полиуретановых покрытий с применением методов математической статистики — *А. Н. Куксин, М. Н. Солтыс, Ю. С. Липатов, Э. Я. Доманская* 34

Радиационная химия и технология

Устойчивость некоторых эпоксидных покрытий в условиях воздействия ядерного излучения и коррозионных сред — *П. В. Сидякин, Б. Н. Егоров, Л. М. Адамчикова* 37

Радиационное отверждение полиэфиракрилатных покрытий на металле — *В. Е. Поспелов* 40

Методы контроля, анализа и испытаний

Методы исследования физико-химических свойств порошковых красок — *С. В. Якубович, Ф. М. Смехов, Т. А. Амфитеатрова, Н. Л. Масленникова, С. Б. Шайкевич* 41

Определение содержания стирола, меламино-формальдегидной смолы и дициандиамида в лакокрасочных композициях методом инфракрасной спектроскопии — *В. Р. Злобина, Г. В. Рудная, Е. С. Пряхина, А. В. Уваров* 45

Автоматическая установка для изучения структурно-механических свойств паст — *В. П. Новиков, В. В. Баенкевич, И. В. Суриков, Л. П. Лаврищев, В. М. Рубштейн, Н. Н. Цюрупа* 46

Полярографический анализ кислотных компонентов в ненасыщенных полиэфирах — *В. С. Спорыхина, Л. А. Миркинд* 48

Применение емкостно-омического метода для оценки стойкости покрытия к перепаду температур — *Д. Я. Гусакова, Л. С. Носова, А. И. Плыплина, В. И. Новожилова, Т. А. Наумова* 50

Оборудование, механизация и автоматизация

Измельчение карбонатных наполнителей в мельнице «Аэрофол» — *В. С. Терентьев, В. Ф. Чуприк* . . 52

Расчет нагревателя погружного газового для подогрева растворов в агрегатах струйной подготовки поверхности — *В. Н. Степанов, Г. В. Машенский, В. С. Овчаренко* 55

Окраска изделий методом окунания с выдержкой в парах растворителей — *Н. А. Масляев, А. Ф. Кильдеев, И. П. Рудаков* 57

Пути повышения эффективности и экономичности пневматических краскораспылителей — *В. Н. Ракитин, В. Л. Гоц, В. В. Долгошеин* 59

Применение импульсивных вариаторов ЯТИ в приводе насосов бисерных мельниц МПД-50А — *С. И. Кудашкин, А. Е. Кропп, Ю. М. Бродский, Р. Б. Мандель* 62

Пневмоэлектрическая распылительная головка «Вихрь» — *Ю. Д. Горюнов* 63

Обмен опытом

Защита стальных судовых конструкций мастичными покрытиями — *А. И. Шеянова, З. И. Абизяева, О. Ф. Шевченко* 65

Защитные покрытия на основе кремнийорганических лаков для стальных дымоходов — *Р. И. Якименко, А. А. Эннан, А. К. Якименко* 67

Защита стеклотекстолита лакокрасочными покрытиями — *Л. А. Бутомо, Э. К. Кондрашов* 68

Ответы на вопросы по применению лакокрасочных материалов 69

Экономика и организация производства

Снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности работы предприятий лакокрасочной промышленности — *А. Ф. Лебедев* 70

Технико-экономический анализ производства красных железоокисных пигментов — *Е. А. Смелов, З. Г. Курбан-Галеева, М. Т. Романовская* 73

Некоторые методические вопросы образования фондов материального поощрения на предприятиях лакокрасочной промышленности — *М. М. Остромоухов, Е. Г. Рыбакова, Т. М. Катаргина* 76

Техника безопасности

Влияние режима синтеза милори на состав сточных вод и условия их обезвреживания — *М. Н. Мошошина, Ю. И. Мельников* 79

Стандарты и ТУ

Перечень ТУ и изменений ТУ на продукцию лакокрасочной промышленности, утвержденных В/О «Союзкраска» в мае—июне 1974 г. 81

Зарубежная наука и техника

Лакокрасочные материалы и покрытия, применяемые в авиастроении — *В. В. Чеботаревский, Е. Б. Арбузов* 82

Безвоздушное распыление лакокрасочных материалов — *С. Д. Корягина* 85

Библиография

Литература по лакокрасочным материалам и их применению 87

Рецензия на книгу «Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Справочник» 91

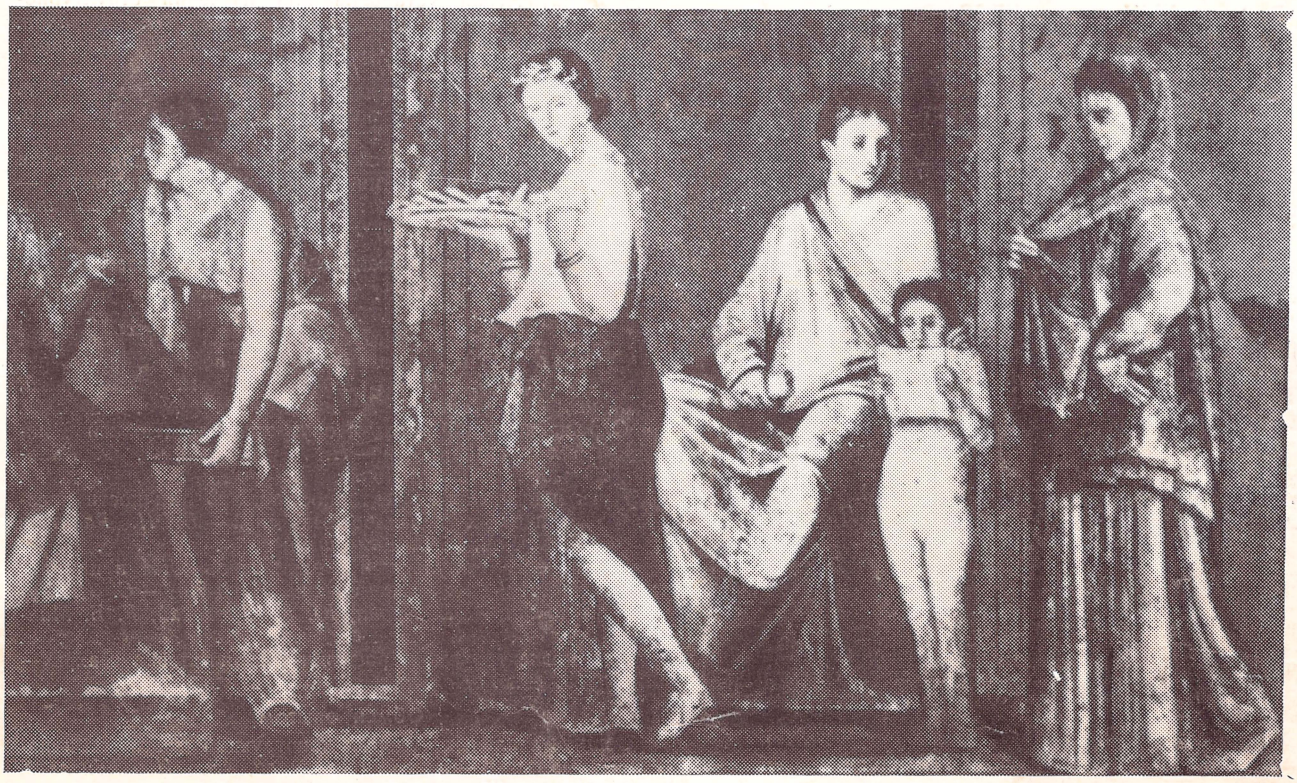
Хроника

XII Конгресс FATIPEC 92

КиАЗ

Цена 80 коп.

Индекс 70481



Консервация фресок из Помпеи.

Спасение произведений искусства от разрушений

Повсюду на земном шаре встречаются памятники искусства, которым угрожает опасность разрушения. Нереставрированные или незаконсервированные своевременно, они могут быть потеряны безвозвратно.

Помощь в Помпее фирмы Хёхст.

При спасении ценных фресок и мозаики в Помпее значительную помощь оказывает фирма Хёхст. Отдел научных разработок представил в распоряжение реставраторов Мовилит — реставрирующую и консервирующую дисперсию искусственных смол. Мовилит стал сейчас во всем мире необходимым рабочим материалом реставраторов. Он помогает сохранить для будущих поколений ценнейшие памятники культуры и искусства.

Мовилит препятствует разрушению.
Мовилит сохраняет и защищает от разрушений дерево, камень, керамику. Эти свойства делают Мовилит незаменимым материалом в работах по сохранению строительных сооружений.

Специалисты различных направлений объединяются для решения важной проблемы.
Мовилит — результат многочисленных исследований специалистов различных направлений. Исследования привели к созданию пластмасс, которые проявили себя как связующие и консерванты для покрытий, прокладок или для скрепления деталей в строительном деле.
Предпосылкой для открытий этих свойств были опыты, проводимые в течение столетия по химии красителей, многочисленные исследования о влиянии климатических условий на различные материалы и прежде всего на прочность покрытий и красок.

HOECHST

Hoechst

Москва
Гостиница Украина
номер 672
Представительство
фирмы Хёхст АГ
в Москве
тел.: 243-26-72, 243-21-60

Хёхст думает о будущем

ЗАПРОСЫ НА ПРОСПЕКТЫ И ИХ КОПИИ ПРОСИМ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ: МОСКВА, К-31, КУЗНЕЦКИЙ МОСТ, 12, ОТДЕЛ ПРОМЫШЛЕННЫХ КАТАЛОГОВ ГПНТБ СССР.

ЗАЯВКИ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ТОВАРОВ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА НАПРАВЛЯЮТСЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ МИНИСТЕРСТВАМ И ВЕДОМСТВАМ, В ВЕДЕНИИ КОТОРЫХ ОНИ НАХОДЯТСЯ.

В/О «ВНЕШТОРГРЕКЛАМА»